

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-027495

(43)Date of publication of application : 25.01.2002

(51)Int.Cl.

H04N 13/02

G01B 11/24

G01B 11/245

G06T 1/00

H04N 5/067

(21)Application number : 2000-201032

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 03.07.2000

(72)Inventor : GO IKOKU

USHIRO TERUYUKI

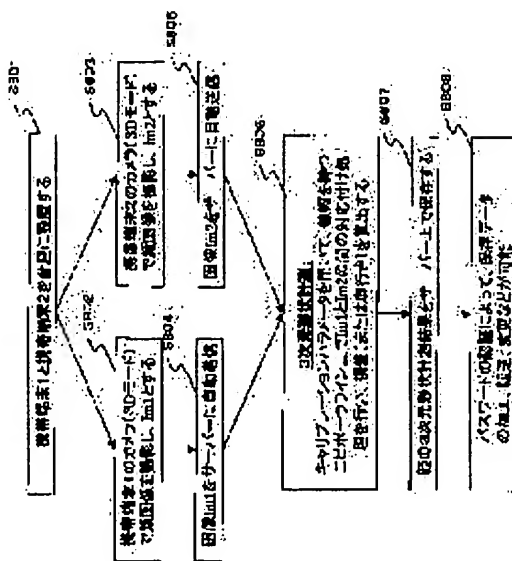
KOYAIZU HIDENORI

(54) THREE-DIMENSIONAL IMAGE GENERATING SYSTEM, THREE-DIMENSIONAL IMAGE GENERATING METHOD AND THREE- DIMENSIONAL INFORMATION SERVICE SYSTEM, AND PROGRAM PROVIDING MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a three-dimensional image generating system which can generate a three-dimensional image stably even in the outdoors, and a three- dimensional information service system.

SOLUTION: A three-dimensional shape can be measured with high accuracy using a plurality of (more than one) portable terminals with camera by preparing bases for installing these portable terminals with camera and calibrating them. An image can be picked up with a stabilized luminance even in the outdoors by a 3D imaging mode where flash light is used while setting predetermined shutter speed and iris or the shutter speed or iris is adjusted automatically through a unit for measuring illuminance. Furthermore, an arrangement for transferring three-dimensional data measured through use of the portable terminal with camera or three-dimensional data stored in a server to other terminal is realized.



LEGAL STATUS

BEST AVAILABLE COPY

[Date of request for examination]  
[Date of sending the examiner's decision of rejection]  
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-27495

(P2002-27495A)

(43) 公開日 平成14年1月25日 (2002.1.25)

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号   | F I           | テーマコード* (参考)    |
|---------------------------|--------|---------------|-----------------|
| H 0 4 N 13/02             |        | H 0 4 N 13/02 | 2 F 0 6 5       |
| G 0 1 B 11/24             |        | G 0 6 T 1/00  | 3 1 5 5 B 0 5 7 |
|                           | 11/245 | H 0 4 N 5/067 | 5 C 0 2 0       |
| G 0 6 T 1/00              | 3 1 5  | G 0 1 B 11/24 | K 5 C 0 6 1     |
| H 0 4 N 5/067             |        |               | N               |

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2000-201032(P2000-201032)

(22) 出願日 平成12年7月3日 (2000.7.3)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 呉 偉国

東京都品川区東五反田1丁目14番10号 株式会社ソニー木原研究所内

(72) 発明者 後 輝行

東京都品川区東五反田1丁目14番10号 株式会社ソニー木原研究所内

(74) 代理人 100101801

弁理士 山田 英治 (外2名)

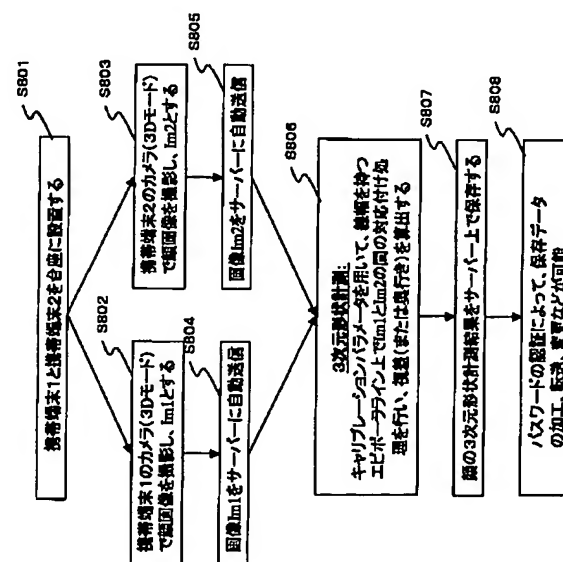
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 3次元画像生成システム、3次元画像生成方法及び3次元情報サービスシステム、並びにプログラム提供媒体

(57) 【要約】

【課題】 野外でも安定した3次元画像を生成可能な3次元画像生成システム、3次元情報サービスシステムを提供する。

【解決手段】 カメラ付き携帯端末を複数台(2台以上)使用し、それらのカメラ付き携帯端末を設置する台座を予め用意し、キャリブレーションすることによって、高精度3次元形状計測を可能とした。また、一定のシャッタースピードと絞りに設定してフラッシュ光を用いるか、あるいは、照度を測る装置を持ち、シャッタースピード、あるいは絞りを自動的に調整する3D撮影モードによって、野外でも安定した輝度値の画像を撮影することを可能とした。また、カメラ付き携帯端末を用いて、計測された3次元データ、またはサーバーに保存されていた3次元形状データを他の端末へ転送する構成を実現した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】ステレオ計測法に基づいて3次元形状計測あるいは3次元画像生成処理を実行する3次元画像生成システムであり、

計測対象の画像を異なる視点方向から撮影する複数のカメラと、

前記複数のカメラを一定の位置関係に設定する台座とを有し、

前記複数のカメラの少なくとも1台のカメラは、3次元形状計測あるいは3次元画像生成処理を実行するサーバーに、撮影画像データを送信可能な通信手段を有する携帯端末カメラであり、

前記通信手段を有する携帯端末カメラは、前記複数のカメラによって撮影された撮影画像と3次元形状計測あるいは3次元画像生成処理に必要なデータを前記サーバーに送信する構成を有することを特徴とする3次元画像生成システム。

【請求項2】前記3次元形状計測あるいは3次元画像生成処理に必要なデータは、

前記台座に設置される前記複数のカメラの位置関係を示すパラメータを含むことを特徴とする請求項1に記載の3次元画像生成システム。

【請求項3】前記サーバーは、前記台座の識別データと、該台座に設置される複数のカメラの位置関係を示すパラメータとを対応付けたテーブルを有し、

前記通信手段を有する携帯端末カメラから受信する台座の識別データに基づいてカメラの位置関係を示すパラメータを抽出して3次元形状計測あるいは3次元画像生成処理を実行する構成であることを特徴とする請求項1に記載の3次元画像生成システム。

【請求項4】前記台座は、該台座に設置される複数のカメラの撮影条件設定用の制御信号をカメラ相互間で入出力するデータ信号路を有することを特徴とする請求項1に記載の3次元画像生成システム。

【請求項5】前記台座は、該台座に設置される複数のカメラの同期信号をカメラ相互間で入出力するデータ信号路を有することを特徴とする請求項1に記載の3次元画像生成システム。

【請求項6】前記サーバーは、複数のカメラで撮影された画像間の対応付け処理を線幅を設定したエッジライン領域に基づいて実行する構成であることを特徴とする請求項1に記載の3次元画像生成システム。

【請求項7】前記サーバーは、前記携帯端末カメラから受信した画像に基づく3次元形状計測データあるいは3次元画像データを格納する記憶手段を有し、

サーバーと通信可能な端末間における認証処理に基づい

て、前記記憶手段に格納したデータに対するアクセスの認否処理を実行する構成であることを特徴とする請求項1に記載の3次元画像生成システム。

【請求項8】ステレオ計測法に基づいて3次元形状計測あるいは3次元画像生成処理を実行する3次元画像生成方法であり、

複数のカメラを一定の位置関係に設定する台座に設置し、計測対象の画像を異なる視点方向から複数のカメラにより撮影する画像撮影ステップと、

10 前記複数のカメラの少なくとも1台のカメラを介して、撮影画像データと、3次元形状計測あるいは3次元画像生成処理に必要なデータとを送信するデータ送信ステップと、

サーバーにおける受信データに基づいて3次元形状計測あるいは3次元画像生成処理を実行するデータ処理ステップと、

を有することを特徴とする3次元画像生成方法。

【請求項9】前記3次元形状計測あるいは3次元画像生成処理に必要なデータは、

20 前記台座に設置される前記複数のカメラの位置関係を示すパラメータを含むことを特徴とする請求項8に記載の3次元画像生成方法。

【請求項10】前記サーバーは、前記台座の識別データと、該台座に設置される複数のカメラの位置関係を示すパラメータとを対応付けたテーブルを有し、

前記通信手段を有する携帯端末カメラから受信する台座の識別データに基づいてカメラの位置関係を示すパラメータを抽出して3次元形状計測あるいは3次元画像生成処理を実行することを特徴とする請求項8に記載の3次元画像生成方法。

【請求項11】前記画像撮影ステップにおいて、台座に設置される複数のカメラの撮影条件設定用の制御信号を、台座を介してカメラ相互間で入出力することを特徴とする請求項8に記載の3次元画像生成方法。

【請求項12】前記画像撮影ステップにおいて、台座に設置される複数のカメラの同期信号をカメラ相互間で入出力することを特徴とする請求項8に記載の3次元画像生成方法。

40 【請求項13】前記データ処理ステップは、複数のカメラで撮影された画像間の対応付け処理を線幅を設定したエッジライン領域に基づいて実行することを特徴とする請求項8に記載の3次元画像生成方法。

【請求項14】前記3次元画像生成方法は、さらに、サーバーと通信可能な端末間における認証処理に基づいて、前記記憶手段に格納したデータに対するアクセスの認否処理を実行することを特徴とする請求項8に記載の3次元画像生成方法。

50 【請求項15】ステレオ計測法に基づいて3次元形状計測あるいは3次元画像生成処理サービスを提供する3次

元情報サービスシステムであり、計測対象の画像を異なる視点方向から撮影するユーザ所有の複数のカメラと、前記複数のカメラを一定の位置関係に設定するユーザ所有の台座とを有し、前記複数のカメラの少なくとも1台のカメラは、撮影画像データをユーザの契約サーバーに対して送信可能な通信手段を有する携帯端末カメラであり、前記通信手段を有する携帯端末カメラは、前記複数のカメラによって撮影された撮影画像と3次元形状計測あるいは3次元画像生成処理に必要なデータを前記サーバーに送信し、前記サーバーは、受信データに基づいて3次元形状計測あるいは3次元画像生成処理を実行する構成を有することを特徴とする3次元情報サービスシステム。

【請求項16】前記サーバーは、前記携帯端末カメラから受信した画像に基づく3次元形状計測データあるいは3次元画像データを格納する記憶手段を有し、サーバーと通信可能な端末間における認証処理に基づいて、前記記憶手段に格納したデータに対するアクセスの認否処理を実行する構成であることを特徴とする請求項15に記載の3次元情報サービスシステム。

【請求項17】ステレオ計測法に基づいて3次元形状計測あるいは3次元画像生成処理をコンピュータ・システム上で実行せしめるコンピュータ・プログラムを有形的に提供するプログラム提供媒体であって、前記コンピュータ・プログラムは、複数のカメラを一定の位置関係に設定する台座に設置し、計測対象の画像を異なる視点方向から複数のカメラにより撮影する画像撮影ステップと、前記複数のカメラの少なくとも1台のカメラを介して、撮影画像データと、3次元形状計測あるいは3次元画像生成処理に必要なデータとを送信するデータ送信ステップと、サーバーにおける受信データに基づいて3次元形状計測あるいは3次元画像生成処理を実行するデータ処理ステップと、を有することを特徴とするプログラム提供媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、いわゆる3次元画像を生成するシステム、3次元画像生成方法及び3次元情報サービスシステムに関する。さらに、詳細には、カメラのフラッシュ撮影やカメラ台座等を用いることによって、野外でも安定した3D形状計測を可能とした3次元画像生成システム、3次元画像生成方法及び3次元情報サービスシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】光や画像（写真）等を利用して3次元形

状を捉える手法は、大別して能動的手法（Active vision）と受動的手法（Passive vision）に分けられる。能動的手法としては、（1）レーザ光や超音波等を出して、対象物からの反射光量や到達時間を計測し、奥行き情報を抽出する手法や、（2）スリット光などの特殊なパターン光源を用いて、対象表面パターンの幾何学的変形等の画像情報より対象形状を推定する方法や、（3）光学的処理によってモアレ縞により等高線を形成させて、3次元情報を得る方法などがある。一方、受動的手法としては、対象物の見え方、光源、照明、影情報等に関する知識を利用して、一枚の画像から3次元情報を推定する単眼立体視や、人間の目と似て、三角測量原理で各画素の奥行き情報を確実に推定する二眼（または多眼）立体視や、動画像シーンからオブティカルフロー等を検出し、得られたオブティカルフローの場から奥行き情報を推定する運動立体視などが一般的に知られている。

【0003】今まで、工業用製品などの3次元形状を精度よく計測するために、スリット光を用いてリアルタイムで距離画像を求める実用的計測システムや、カメラ内部とカメラ間の特性が高精度キャリブレーションされた二眼（または多眼）ステレオシステムなどといった3次元センシング装置（または3次元ディジタイザ）が幾つか発表されている。

【0004】人間が両目で対象の形状や奥行きを感知するのと同様な原理で、対象表面の3次元形状を計測するために、視点の異なる複数台のカメラで観測された画像を用いて、三角測量原理に基づいて画像間での各画素の対応付けによって、対象の形状または奥行きを計測することができる。これは一般に「ステレオ視」または「ステレオ3次元画像計測」と呼ばれている。

【0005】ステレオ視の基本的な原理は三角測量であり、その最も基本的な構成は2台のカメラによるステレオ視である。すなわち、異なる視点にある2台のカメラによって同一の対象を画像として観測し、その画像上への投影位置の違い（一般に、このような画像間における投影点の位置ずれを視差と呼ぶ）によって、対象の3次元座標位置を得ることができる。そこで、左右の画像間で異なる投影位置にある同一の対象を見つけることがステレオ視の最も重要であり、一般的に「対応点付け」と呼ばれている。

【0006】一方、画像間の投影点位置の対応付けは、全く自由なものではなく、図1に示されたように、一方の画像上にある点mbに対して、その対応点p1またはp2またはp3は、別の視点で観測された他方の画像内のある直線Lp上のm1またはm2またはm3に存在する。一般に、この直線をエピポーラライン（Epipolar Line）と呼ぶ。

【0007】従来、よく使われている「対応点付け」の手法としては、Pixel-basedマッチング、Area-basedマッチングとFeature-basedマッチングの三つに大別される。Pixel-basedマッチングとは、一方の画像における

10

20

30

40

50

点の対応を、他方の画像でそのまま探索するのである  
 [参考文献：(1)C.Lawrence Zitnick and Jon A. Webb:  
 Multi-baseline Stereo Using Surface Extraction, Technical Report, CMU-CS-96-196, (1996)]. Area-based  
 マッチングとは、一方の画像における点の対応を、他方  
 の画像で探す時、その点の周りの局所的な画像パターン  
 を用いて探索するのである[参考文献：(2)奥富、金出：  
 複数の基線長を利用したステレオマッチング、電子情  
 報通信学会論文誌D-II、Vol. J75-D-II, No.8, pp.1317-  
 1327, (1992)、(3)横山、三輪、芦ヶ原、小柳津、林、  
 後：Stereo Camera System and Its Application, SR  
 F'97, (1997)、(4)金出、木村：ビデオレート・ステ  
 レオマシン、日本ロボット学会誌、Vol.13, No.3, pp.3  
 22~326, (1995)、(5)金出、蚊野、木村、川村、吉田、  
 織田：ビデオレートステレオマシンの開発、日本ロボ  
 ット学会誌、Vol.15, No.2, pp.261~267, (1997)、(6)  
 山口、高地、井口：適応ウィンドウ法を用いた石像計  
 測のためのステレオ対応付け、人文科学とコンピュー  
 タ、Vol.32, No.10, pp.55~60, (1996)、(7)横矢：最  
 近の信号処理総合特集号 コンピュータビジョンの最近  
 の話題、システム／制御／情報、Vol.38, No.8, pp.436\*

$$R(x, y) = \sum_{(x, y) \in V} (Im1(x, y) - Im2(x + \Delta x, y + \Delta y))^2$$

【0010】上記式において、 $\Delta x$ 、 $\Delta y$ はエッジポラ  
 ライン上での位置の移動量である。 $R(x, y)$ が最小となる  
 場合、ウィンドー間の一致度が最も高く、その時のテン  
 プレートの移動量 $\Delta x$ 、 $\Delta y$ をその注目点の視差とし、  
 三角測量式によりその注目点の3次元形状または奥行き  
 を算出することができる。このようなマッチング処理を  
 繰り返すことによって、全ての画素に対応する3次元形  
 状データを得ることができる。

【0011】実際には、画像上で全ての部分の対応付け  
 を正確に求めることは、非常に困難である。画像間の対  
 応付けは、本質的に“曖昧さ(Ambiguity)”が存在す  
 るからである。図2の例でも、画像全体から見れば非常  
 に小さい領域でテンプレートマッチングを行い、その最  
 も一致度の高い部分を見つけるのであるが、シーンによ  
 って、似たようなパターンが色んなところで存在する可  
 能性は高い。また、シーン中の同じ対象を見ても、違う  
 視点で見たときの幾何学的な歪み、カメラの特性の違い  
 などによって、左右画像上のパターンは完全に一致する  
 ことはない。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】これらの問題を解決  
 し、より正確に画像間の対応点付けを行うために、様々  
 な手法が提案され、ステレオ視の対応付けの曖昧さを低  
 減し、対応をより正確に決めることが可能となるが、実  
 際に十分とは言えない。特に、撮影環境の変化によっ  
 て、照明光による画像濃淡値が大きく変化し、カメラ間

\*~441, (1994)]. Feature-basedマッチングとは、画像  
 から濃淡エッジなどの特徴を抽出し、画像間の特徴だけ  
 を用いて対応付けを行うのである[参考文献：(8)H.H.Ba  
 ker and T.O.Binford: Depth from edge and intensity  
 based stereo, In Proc. IJCAI'81, (1981)、(9)石  
 山、角保、河井、植芝、富田：セグメントベースステ  
 レオにおける対応候補探索、信学技報、Vol.96, No.13  
 6, (1997)、(10)W.E.L.Gimson: Computational experi  
 ments with a feature based stereo algorithm, IEEE  
 Trans. PAMI, Vol.7, No.1, pp.17~34, (1985)].

【0008】一般的なArea-basedマッチングによるステ  
 レオ視の対応点の求め方を説明する。図2に示されたよ  
 うに、基準となるカメラで観測された画像 $Im1(x, y)$ に  
 おいて、ある注目点の周りに局所的なウィンドー $w$ を設  
 定し、それをテンプレートとして他方のカメラで観測さ  
 れた画像 $Im2(x, y)$ のエッジポラライン上で位置を変えな  
 がら、設定された探索範囲内でマッチングを行い、下式  
 によって一致度を求める。

【0009】

【数1】

の位置関係も必ずしも正確に一定を保つことができない  
 ので、実際に、野外で環境光やカメラ位置関係の微妙な  
 変化などに対応できるロバストな3次元形状計測法また  
 はシステムがないのが現状である。

【0013】そこで、本発明は、撮影環境によらないス  
 テレオ画像取得法、及びカメラ位置関係の微小変化に対  
 応できるロバストな3次元計測法及び計測システムを提  
 供することを目的とする。具体的な応用例としては、友  
 達同士が持っているカメラ付き携帯端末(2台以上)を  
 用いて、その場所でカメラのフラッシュ撮影やカメラ台  
 座等を用いることによって、野外でも安定した3D形状  
 計測が可能となるステレオシステム及び3次元情報サー  
 ビスシステムを実現する。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を参  
 照してなされたものであり、その第1の側面は、ステレ  
 オ計測法に基づいて3次元形状計測あるいは3次元画像  
 生成処理を実行する3次元画像生成システムであり、計  
 測対象の画像を異なる視点方向から撮影する複数のカメ  
 ラと、前記複数のカメラを一定の位置関係に設定する台  
 座とを有し、前記複数のカメラの少なくとも1台のカメ  
 ラは、3次元形状計測あるいは3次元画像生成処理を実  
 行するサーバーに、撮影画像データを送信可能な通信手  
 段を有する携帯端末カメラであり、前記通信手段を有す  
 る携帯端末カメラは、前記複数のカメラによって撮影さ  
 れた撮影画像と3次元形状計測あるいは3次元画像生成

処理に必要なデータを前記サーバーに送信する構成を有することを特徴とする3次元画像生成システムにある。

【0015】さらに、本発明の3次元画像生成システムの一実施態様において、前記3次元形状計測あるいは3次元画像生成処理に必要なデータは、前記台座に設置される前記複数のカメラの位置関係を示すパラメータを含むことを特徴とする。

【0016】さらに、本発明の3次元画像生成システムの一実施態様において、前記サーバーは、前記台座の識別データと、該台座に設置される複数のカメラの位置関係を示すパラメータとを対応付けたテーブルを有し、前記通信手段を有する携帯端末カメラから受信する台座の識別データに基づいてカメラの位置関係を示すパラメータを抽出して3次元形状計測あるいは3次元画像生成処理を実行する構成であることを特徴とする。

【0017】さらに、本発明の3次元画像生成システムの一実施態様において、前記台座は、該台座に設置される複数のカメラの撮影条件設定用の制御信号をカメラ相互間で入出力するデータ信号路を有することを特徴とする。

【0018】さらに、本発明の3次元画像生成システムの一実施態様において、前記台座は、該台座に設置される複数のカメラの同期信号をカメラ相互間で入出力するデータ信号路を有することを特徴とする。

【0019】さらに、本発明の3次元画像生成システムの一実施態様において、前記サーバーは、複数のカメラで撮影された画像間の対応付け処理を線幅を設定したエッジボーライン領域に基づいて実行する構成であることを特徴とする。

【0020】さらに、本発明の3次元画像生成システムの一実施態様において、前記サーバーは、前記携帯端末カメラから受信した画像に基づく3次元形状計測データあるいは3次元画像データを格納する記憶手段を有し、サーバーと通信可能な端末間における認証処理に基づいて、前記記憶手段に格納したデータに対するアクセスの認否処理を実行する構成であることを特徴とする。

【0021】さらに、本発明の第2の側面は、ステレオ計測法に基づいて3次元形状計測あるいは3次元画像生成処理を実行する3次元画像生成方法であり、複数のカメラを一定の位置関係に設定する台座に設置し、計測対象の画像を異なる視点方向から複数のカメラにより撮影する画像撮影ステップと、前記複数のカメラの少なくとも1台のカメラを介して、撮影画像データと、3次元形状計測あるいは3次元画像生成処理に必要なデータとを送信するデータ送信ステップと、サーバーにおける受信データに基づいて3次元形状計測あるいは3次元画像生成処理を実行するデータ処理ステップと、を有することを特徴とする3次元画像生成方法にある。

【0022】さらに、本発明の3次元画像生成方法の一実施態様において、前記3次元形状計測あるいは3次元

画像生成処理に必要なデータは、前記台座に設置される前記複数のカメラの位置関係を示すパラメータを含むことを特徴とする。

【0023】さらに、本発明の3次元画像生成方法の一実施態様において、前記サーバーは、前記台座の識別データと、該台座に設置される複数のカメラの位置関係を示すパラメータとを対応付けたテーブルを有し、前記通信手段を有する携帯端末カメラから受信する台座の識別データに基づいてカメラの位置関係を示すパラメータを抽出して3次元形状計測あるいは3次元画像生成処理を実行することを特徴とする。

【0024】さらに、本発明の3次元画像生成方法の一実施態様において、前記画像撮影ステップにおいて、台座に設置される複数のカメラの撮影条件設定用の制御信号を、台座を介してカメラ相互間で入出力することを特徴とする。

【0025】さらに、本発明の3次元画像生成方法の一実施態様において、前記画像撮影ステップにおいて、台座に設置される複数のカメラの同期信号をカメラ相互間で入出力することを特徴とする。

【0026】さらに、本発明の3次元画像生成方法の一実施態様において、前記データ処理ステップは、複数のカメラで撮影された画像間の対応付け処理を線幅を設定したエッジボーライン領域に基づいて実行することを特徴とする。

【0027】さらに、本発明の3次元画像生成方法の一実施態様において、サーバーと通信可能な端末間における認証処理に基づいて、前記記憶手段に格納したデータに対するアクセスの認否処理を実行することを特徴とする。

【0028】さらに、本発明の第3の側面は、ステレオ計測法に基づいて3次元形状計測あるいは3次元画像生成処理サービスを提供する3次元情報サービスシステムであり、計測対象の画像を異なる視点方向から撮影するユーザ所有の複数のカメラと、前記複数のカメラを一定の位置関係に設定するユーザ所有の台座とを有し、前記複数のカメラの少なくとも1台のカメラは、撮影画像データをユーザの契約サーバーに対して送信可能な通信手段を有する携帯端末カメラであり、前記通信手段を有する携帯端末カメラは、前記複数のカメラによって撮影された撮影画像と3次元形状計測あるいは3次元画像生成処理に必要なデータを前記サーバーに送信し、前記サーバーは、受信データに基づいて3次元形状計測あるいは3次元画像生成処理を実行する構成を有することを特徴とする3次元情報サービスシステムにある。

【0029】さらに、本発明の3次元情報サービスシステムの一実施態様において、前記サーバーは、前記携帯端末カメラから受信した画像に基づく3次元形状計測データあるいは3次元画像データを格納する記憶手段を有し、サーバーと通信可能な端末間における認証処理に基

づいて、前記記憶手段に格納したデータに対するアクセスの認否処理を実行する構成であることを特徴とする。

【0030】さらに、本発明第4の側面は、ステレオ計測法に基づいて3次元形状計測あるいは3次元画像生成処理をコンピュータ・システム上で実行せしめるコンピュータ・プログラムを有形的に提供するプログラム提供媒体であって、前記コンピュータ・プログラムは、複数のカメラを一定の位置関係に設定する台座に設置し、計測対象の画像を異なる視点方向から複数のカメラにより撮影する画像撮影ステップと、前記複数のカメラの少なくとも1台のカメラを介して、撮影画像データと、3次元形状計測あるいは3次元画像生成処理に必要なデータとを送信するデータ送信ステップと、サーバーにおける受信データに基づいて3次元形状計測あるいは3次元画像生成処理を実行するデータ処理ステップと、を有することを特徴とするプログラム提供媒体にある。

【0031】本発明の第4の側面に係るプログラム提供媒体は、例えば、様々なプログラム・コードを実行可能な汎用コンピュータ・システムに対して、コンピュータ・プログラムをコンピュータ可読な形式で提供する媒体である。媒体は、CDやFD、MOなどの記憶媒体、あるいは、ネットワークなどの伝送媒体など、その形態は特に限定されない。

【0032】このようなプログラム提供媒体は、コンピュータ・システム上で所定のコンピュータ・プログラムの機能を実現するための、コンピュータ・プログラムと提供媒体との構造上又は機能上の協働関係を定義したものである。換言すれば、該提供媒体を介してコンピュータ・プログラムをコンピュータ・システムにインストールすることによって、コンピュータ・システム上では協働的作用が発揮され、本発明の他の側面と同様の作用効果を得ることができるのである。

【0033】本発明のさらに他の目的、特徴や利点は、後述する本発明の実施例や添付する図面に基づく詳細な説明によって明らかになるであろう。

【0034】

【発明の実施の形態】本発明の3次元画像生成システム、3次元画像生成方法において、適用される3次元画像としてのステレオ法の基本的原理は、先に説明した図1のステレオ法に従ったものである。図1の構成について簡単に説明する。図1は、先述したように一般的なステレオ視のカメラ配置、及び三角原理による奥行き計測の概念図である。三次元空間における三つの点P1、P2、P3をカメラ1（基準カメラと呼ぶ）で観測する場合、画像面において同じ位置mbに投影されるが、カメラ2（検出カメラと呼ぶ）で観測すると、画像面においてm1、m2、m3に投影される。そこで、カメラレンズの長さ、カメラ間の位置関係（ベースラインと呼ぶ）が予め知っていけば、mbとm1、m2、m3との間の位置ずれ（視差と呼ぶ）を検出できれば、三角計測原理基

いて、カメラとP1、P2、P3との距離（奥行きと呼ぶ）を計測することができる。

【0035】図2は、mbとm1、m2、m3との間の位置ずれ（視差）を検出するために、一般的なテンプレートマッチングによる対応点を求める手法の概念図を示す。基準画像1m1における注目点(x,y)の周りに局所的なウィンドウwを設定し、それをテンプレートとして検出カメラで観測された画像1m2のエッジラライン上で位置を変えながら、設定された探索範囲内でマッチングを行い、一致度が最も高い場所を対応点の位置とし、視差を求める。しかしながら、実際には、画像上で全ての部分の対応付けを正確に求めることは、非常に困難である。画像間の対応付けは、本質的に“曖昧さ(Ambiguity)”が存在するからである。特に、撮影環境の変化によって、照明光による画像濃淡値が大きく変化し、カメラ間の位置関係も必ずしも正確に一定を保つことができないので、実際に、野外で環境光やカメラ位置関係の微妙な変化などに対応できるロバストな3次元形状計測法またはシステムがないのが現状である。

【0036】本発明では、撮影環境によらないステレオ画像取得法、及びカメラ位置関係の微小変化に対応できるロバストな3次元計測法及び計測システムを提案する。具体的な応用例としては、カメラ付き携帯端末（携帯端末カメラ）を用いて、その場所でカメラのフラッシュ撮影やカメラ台座等を用いることによって、野外でも安定した3D形状計測が可能となるステレオシステム及び3次元情報サービスシステムを提案する

【0037】図3は、本発明の3次元画像生成システム、3次元画像生成方法、3次元情報サービスシステムの概略構成例を説明する図である。

【0038】図3において、カメラ付き携帯端末（携帯端末カメラ）による3次元形状計測システムの概念図である。予め用意された台座上に複数台のカメラ付き携帯端末301、302を設置し、任意の照明環境、例えば野外での自然光、あるいは室内での通常の照明環境で、例えば人物の顔を撮影する。演算機能付きの携帯端末を用いる場合、その演算機能を用いて所定の3次元形状測定プログラムを適用すればその場で顔の3次元形状を測定することができるが、演算機能を持たない携帯端末では、3次元形状を測定することができない。

【0039】そこで、カメラ付き携帯端末301、302から、撮影された複数枚の画像を自動的にある決められたサーバー303に送信する。自動送信は、例えば、カメラ付き携帯端末301、302に3D撮影モードとしてのモード設定を実行することにより、各カメラで撮影された撮影画像、および3次元形状測定に必要なパラメータをある決められたサーバーに送信処理プログラム、を実行させる構成とすることで実現される。

【0040】サーバー303側では、カメラ付き携帯端末301、302から送られてきた画像を用いて3次元



形状計測処理を自動的に行い、得られた顔の3次元形状データをサーバに付属する対応するユーザーのフォルダに保存したり、ユーザーの携帯端末に送り返したりする。また、サーバー303に蓄積された3次元画像は、ユーザーのパスワード認証などによって、アクセス可能とし、サーバー303を介して3次元計測データを友人同士などに送信する構成とすることが可能である。

【0041】ところで、対象の3次元形状を精度よく計測するためには、先の図1、2で説明したように、画像間の正確な対応付けが行われることが必要である。そのため、(1)撮影環境の照明光によらないロバストな撮影方法と、(2)カメラパラメータ及び台座間の位置関係のキャリブレーション、(3)カメラ間の位置関係の微小変化に対応できるロバストなステレオマッチング手法が必要となる。

【0042】図4は、幾つかの撮影環境の照明光によらないロバストな撮影方法の複数の例を説明する図を示す。図4の各例は、2つのカメラとして基準カメラと検出カメラが所定距離離間した位置に設定される。それぞれのカメラ位置は、形態端末設置用台座40によって、

予め定められた距離、離れた位置に決定される。  
【0043】図4(a)は、基準カメラ41に照度測定器411を設け、照度測定器411によって、太陽光、照明等の環境光の照度を測定し、その値によって基準カメラ41と検出カメラ42のシャッタースピードを自動的に設定する構成である。すなわち、図4(a)の構成は絞り固定のシャッタースピード優先方式である。なお、照度測定器は、基準カメラ41と検出カメラ42のいずれか一方に設けて、双方のシャッタースピードを設定する構成としても、あるいは、基準カメラ41と検出カメラ42のそれぞれに独立した照度測定器を設けて、それぞれ独自にシャッタースピードを設定する構成としてもよい。

【0044】図4(b)は、基準カメラ43における照度測定器431によって、環境光の照度を測定し、その値によって基準カメラ43と検出カメラ44の絞り値を自動的に設定する構成図を示す。すなわち、シャッタースピード固定の絞り優先方式である。なお、照度測定器は、(a)と同様、基準カメラ43と検出カメラ44のいずれか一方に設けて、双方の絞り値を設定する構成としても、あるいは、基準カメラ43と検出カメラ44のそれぞれに独立した照度測定器を設けて、それぞれ独自に絞り値を設定する構成としてもよい。

【0045】図4(c)は、環境光の影響を除くために、基準カメラ45にストロボ451を設けて、基準カメラ45と検出カメラ46のシャッタースピードと絞りを固定し、ストロボ光によって鮮明な顔画像を撮影する構成図を示す。なお、ストロボは、(a)、(b)と同様、基準カメラ45と検出カメラ46のいずれか一方に設けても、あるいは、基準カメラ45と検出カメラ46

のそれぞれに独立したストロボを設ける構成としてもよい。

【0046】なお、上述の撮影方式では、いずれも基準カメラと検出カメラが同期して動作する必要がある。同期信号は、基準カメラとそのカメラを設定する台座を介して入出力される。台座は携帯端末と別体としても、あるいは、後段で説明するが、一方の携帯端末に折り畳み構成、または引出し構成として付属させた構成とする。上述のシャッタースピード、絞り、ストロボ、同期信号等の各種制御信号は、台座と携帯端末とを接続コネクタで接続して入出力させる構成とする。

【0047】図5に、カメラと別体型の台座構成の例を示す。図5は2台(図5(a))または3台(図5(b))のカメラを用いるステレオ視に適用される台座の概念図を示す。図5(a)または図5(b)では、携帯端末1, 501, 503を基準カメラ用とし、携帯端末2, 502, 504、および携帯端末3, 505を検出カメラ用とする。それぞれのカメラが台座上で、位置、角度が固定され、カメラ相互の距離を所定距離離間させて特定方向での被写体の撮影を可能としている。

【0048】台座に設置されたカメラ間の距離及び、相対的な回転角 $\alpha$ 、 $\beta$ が、カメラのレンズ長さ、計測対象(顔)との距離、計測レンジ、及びCCDサイズ、画素数と要求される計測精度によって決められる。例えば、カメラのレンズ長さ=8mm、計測対象(顔)との距離=600mm、計測レンジ=300mm、CCDサイズ=1/3"(4.8mm×3.6mm)、CCD画素数=640×480、計測精度約 $\pm 1.0$ mmとした場合、台座間の距離が約120mmで、相対的な回転角 $\alpha$ が約8.3度と設定すればよい。また、正確な台座間の距離及び相対的な回転角 $\alpha$ 、 $\beta$ が、標準の既知画像パターンを用いるキャリブレーションで決まる。

【0049】このように、台座は、各カメラの位置、方向を特定ポジションに設定することが可能であり、3次元形状測定に必要なパラメータを台座の設定カメラ位置に基づいて決定することが可能となる。従って、前述の図3の構成において、カメラを備えた携帯端末が、撮影画像とともに、台座の識別データをサーバー303に送信することにより、サーバー303が、サーバーに予め登録されている台座識別データと各台座に対応するパラメータデータを対応付けたテーブルから、受信識別データに基づいて対応パラメータを抽出して、撮影画像に対するパラメータを適用した画像処理が実行可能となる。この構成では、携帯端末から、パラメータを送信せず、台座の識別データを送信するのみで、サーバー側で3次元形状の測定、3次元画像の生成処理を実行することができる。なお、カメラ自体の各パラメータについても、カメラの識別データをサーバーに送信することで、サーバー側に登録された各カメラに対応するパラメータを抽出して処理を実行することが可能となる。

【0050】図6は、カメラパラメータ及び複数台カメ

ラ設定用台座間の位置関係を求めるために、使われる既知の画像パターン、及び求めたいパラメータ一覧を示す。キャリブレーションの手法は、例えば、特開平11-53548号公報、特開平11-53549号公報などに開示されている。図6(a)、(b)、(c)は、それぞれ距離1(近い距離)、距離2(計測レンジの中間距離)、距離3(遠い距離)で基準カメラにより観測された既知のチェッカパターン画像である。

【0051】なお、同様に、検出カメラによって、三つの距離における3枚のチェッカパターン画像を観測できる。そして、それぞれの距離で観測された基準画像と参照画像との合わせ込みによって、カメラ内部パラメータ(focal length, distortion coefficient, distortion center, aspect ratio)と台座間の位置関係(つまり、基準カメラと検出カメラの間の位置関係)を表すパラメータ(rotation angles, translational components)を決めることができる。

【0052】しかしながら、台座の機械精度やカメラ本体サイズのばらつき等によって、基準カメラと検出カメラの間の位置関係が多少変化するので、注目点(x,y)の対応点が必ずしもカメラの出荷時のキャリブレーションで求められたエビボーライン上に存在すると限らない。

【0053】そこで、本発明では、台座の機械精度やカメラのばらつきなどの要素を考慮し、先に図2を用いて説明したエビボーラインを線幅を持つエビボーライン(領域)として設定し、領域を持つエビボーラインに基づいて対応点を探索する。

【0054】図7は、線幅を持つエビボーライン(領域)上での探索によるステレオマッチング法の概念図を示す。従来の対応付け法では、基準画像Im1における注目点(x,y)に対して、検出画像上での対応点(x',y')を見つけるために、注目点(x,y)を中心とするウィンドウWを用いて、それをテンプレートとして、検出画像のエビボーライン上で移動しながらテンプレートマッチングを行い、マッチングスコアが最大となる点(x',y')を対応点とする。

【0055】エビボーラインの線幅は、台座の機械精度やカメラのばらつきなどの要素を考慮した上で決められる。基準画像Im1における注目点(x,y)を中心とするウィンドウ(テンプレート)を用いて、検出画像のエビボーライン領域上で移動しながらテンプレートマッチングを行い、マッチングスコアが最大となる点(x',y')を対応点とした。このような対応付けによって、より高精度な3次元形状を求めることができる。

【0056】エビボーラインの線幅は、出荷時のキャリブレーションで求められたエビボーラインL(x,y)に基づいて、領域R(x,y)を次のように設定する。ここでは、基準カメラと検出カメラが水平方向に沿って設置されていると仮定する。

【0057】

【数2】

$$R(x, y) = \bigcup_{i=-K}^K L(x, y_i)$$

【0058】ただし、Kが台座の機械精度やカメラのばらつきなどの要素を考慮した上で、経験的に決められる。基準画像Im1における注目点(x,y)を中心とするウィンドウ(テンプレート)を用いて、検出画像のエビボーライン領域上で移動しながらテンプレートマッチングを行い、マッチングスコアが最大となる点(x',y')を対応点とした。このような対応付けによって、より高精度な3次元形状を求めることができる。

【0059】図8は、カメラ付き携帯端末を用いる3次元形状計測手順を示す処理フローである。3次元形状計測対象としての顔画像を撮影してから、ある決められたサーバへ自動的に画像と撮影時に使用したカメラ、台座のパラメータ、あるいはカメラおよび台座の識別データを送信する。そして、サーバ上にインストールされていた3次元形状計測処理ソフト(例えば、ステレオマッチング手法・ソフト)によって、顔の3次元形状データを求めて、サーバ上に保存する。また、サーバに格納された3次元形状データは、パスワードの認証などによって、特定ユーザによって加工・転送することが可能である。従って、友人同士などがそれぞれ持っているカメラ付きの携帯端末を介して、それぞれが撮影した画像をサーバを介して送受信することが可能となる。一方、演算機能付きの携帯端末においては、サーバを介さずに、その場で3次元形状測定、3次元画像生成等の各種処理を行うことが可能である。

【0060】図8の処理フローについて説明する。ステップS801では、カメラ付き携帯端末1とカメラ付き携帯端末2とを台座に設置する。ステップS802、S803では、カメラ付き携帯端末1、2においてそれぞれ対象、例えば顔の画像を撮影する。この時、モードを3Dモードに設定する。3D計測モードに設定することにより、図4で説明したように、一定のシャッタースピードと絞りでフラッシュ光を用いるか、あるいは、照度を測る装置を持ち、一定のシャッタースピードで絞りを自動的に調整する撮影モードに設定される。さらに、演算機能を持たないカメラ付き携帯端末においては、3D計測モードの設定により、撮影画像を予め設定されたサーバに転送する処理が実行される。

【0061】ステップS804、S805では、3Dモード処理としての処理、すなわち撮影画像を予め設定されたサーバに転送する。なお、この処理は、自端末内で処理する場合は実行されない。画像転送を行なう場合は、台座のパラメータ、あるいは識別データについても送信する。台座のパラメータは、図5で説明したように、台

座のカメラ間距離及び、相対的な回転角 $\alpha$ 、 $\beta$ である。これらは、前述したように、カメラのレンズ長さ、計測対象(顔)との距離、計測レンジ、及びCCDサイズ、画素数と要求される計測精度によって決められ、予め求められる。

【0062】ステップS806では、サーバにおいて、各カメラから受信した画像データおよびパラメータに基づいて、サーバー上にインストールされていた3次元形状計測処理ソフト、例えば、ステレオマッチング手法・ソフトによって、撮影対象、例えば顔の3次元形状データを求めて、サーバー上に保存する(S807)。

【0063】また、ステップS808は、パスワードの認証などによって、保存されていた3次元データの加工・転送処理を実行するステップであり、カメラ付き携帯端末と、サーバー間において、例えば共通鍵認証方式、あるいは公開鍵認証方式による相互認証処理を実行して、それぞれの通信相手の確認を実行して、サーバー内に格納されたデータへのアクセスを許可して、保存されていた3次元データの加工・転送処理を実行する。なお、この場合の通信端末は、相互認証処理の可能な暗号処理部を有することが必要となる。カメラ付き携帯端末に相互認証処理の可能な暗号処理部を構成することにより、認証処理を実行して、サーバーからのデータ受信を行なう構成としてもよく、また相互認証処理の可能な暗号処理部を有するカメラ付きPCとサーバー間との間で、認証処理を実行して、サーバーからのデータ受信を行なう構成としてもよい。

【0064】図9は、上述の3次元計測手法及びシステムによる実施例と実験結果を示した図である。図9(a)、(b)は、それぞれカメラ付き携帯端末1(基準カメラ)とカメラ付き携帯端末2(検出カメラ)によって観測した画像である。画像データを高速に送信するために、ステレオ画像をjpg(jpeg)フォーマットで保存した。サーバーに送られてきた2枚の画像とカメラ、台座パラメータを用いて、ステレオマッチングを行い、図9(c)の結果(顔の距離画像(x,y,depth))を求めた。さらに、xyz空間上への変換を行い、顔の3次元データ(x,y,z)を求めることができる。図9(d),(e)は、その3次元形状をある視点で見た時の顔画像である。

【0065】図10に台座を内蔵したカメラ付き携帯端末の構成例を示す。図10(a)は、台座1003がカメラ部1002を有する携帯端末1001の下部に引出し可能に収納された構成例であり、図10(b)は、台座1006がカメラ部1005を有する携帯端末1004の側部に折りたたみ可能に収納された構成例である。

【0066】図10(a)、(b)それぞれの使用例を図10(c)、(d)に示す。図10(c)は、携帯端末の下部に引出し可能に収納された台座を引出して、所定距離、離間させて他のカメラをセットする構成である。台座には、カメラの位置決めのための溝、あるいは

接続端子を有しており、一定距離、一定角度で2つのカメラの相対位置が決定される構成を持つ。

【0067】また、台座には、2つのカメラの動作を同期した処理として実行するための信号路が形成され、例えば参照カメラ1007を台座1008にセットすることにより台座1008の接続端子(図示せず)に参照カメラ1007が接続される。また、前述の図4で説明したシャッタースピード、絞り、ストロボ等の処理信号も台座内の信号路、コネクタ端子を介して2つのカメラ間で入出力される。

【0068】図10(d)は、携帯端末の側部に折りたたみ可能に収納された台座を倒して、所定距離、離間させて他のカメラをセットする構成である。(c)と同様、台座には、カメラの位置決めのための溝、あるいは接続端子を有しており、一定距離、一定角度で2つのカメラの相対位置が決定され、各種信号が入出力可能な構成を持つ。

【0069】図11にカメラ付き携帯端末の他の構成例を示す。図11は、モバイル形のパソコン(PC)にカメラおよび台座を構成した例である。図11(a)は、台座1103がカメラ部1102を有するPC1101のディスプレイ部の側部に折りたたみ可能に収納された構成例であり、図11(b)は、台座1106がカメラ部1105を有するPC1104のキーボード部に引き出し可能に収納された構成例である。

【0070】図11(a)、(b)それぞれの使用例を図11(c)、(d)に示す。図11(c)は、PCのディスプレイ部の側部に折りたたみ可能に収納された台座を倒して、所定距離、離間させて他のカメラとしての携帯端末をセットする構成である。台座には、カメラの位置決めのための溝、あるいは接続端子を有しており、一定距離、一定角度で2つのカメラの相対位置が決定される構成を持つ。

【0071】また、台座には、2つのカメラの動作を同期した処理として実行するための信号路が形成され、例えば携帯端末1107を台座1108にセットすることにより台座1108の接続端子(図示せず)に参照カメラである携帯端末1107が接続される。また、前述の図4で説明したシャッタースピード、絞り、ストロボ等の処理信号も台座内の信号路、コネクタ端子を介して2つのカメラ間で入出力される。

【0072】図11(d)は、PCのキーボード部の側部に引き出し可能に収納された台座を引き出して、所定距離、離間させて他のカメラをセットする構成である。(c)と同様、台座には、カメラの位置決めのための溝、あるいは接続端子を有しており、一定距離、一定角度で2つのカメラの相対位置が決定され、各種信号が入出力可能な構成を持つ。

【0073】図12に、図10の構成および、図11の構成における3次元画像生成処理フローを示す。図12

10

20

30

40

50

(a)が図10の構成における3次元画像生成処理フローであり、図12(b)が図11の構成における3次元画像生成処理フローである。

【0074】図12(a)の処理フローから説明する。まず、ステップS1201で、携帯端末における3D計測モードをセットする。3D計測モードは、図4で説明したように、一定のシャッタースピードと絞りでフラッシュ光を用いるか、あるいは、照度を測る装置を持ち、一定のシャッタースピードで絞りを自動的に調整する撮影モードである。ステップS1202では、台座(アタッチメント)が使用される携帯端末のカメラを基準カメラとし、その他を参照カメラとして設定する。ステップS1203では基準カメラの撮影方式を設定し、台座(アタッチメント)を通して、参照カメラの撮影方式やパラメータを設定する。なお、撮影方式に関連するパラメータとは、シャッタースピード、絞りや、同期撮影タイミングなどを意味する。ステップS1204において、2台の携帯端末による同期撮影を実行する。ステップS1205では、撮影された画像およびカメラ内部パラメータ、および台座によって決められる位置関係パラメータを3D処理機能付きの機器に転送し、3D形状情報を求める。具体的には、無線ネットワーク等を通して転送する、あるいは、計算機能付きの携帯端末によって処理してもよい。

【0075】図12(b)の処理フローについて説明する。図12(b)の処理は、図11で説明したPCを有する構成において、PC内に3次元画像生成処理プログラムが格納された構成を前提とした処理フローである。まず、ステップS1211において、パソコン上の3D計測モード(ソフト)を実行する。ステップS1212では、台座(アタッチメント)内部のケーブルを通して、パソコンから携帯端末へ3D計測モード、撮影方式、パラメータ等を転送し、セットする。ステップS1213において、カメラ付きパソコンと携帯端末上のカメラで同期撮影を行ない、携帯端末上の撮影画像、カメラパラメータ等をアタッチメントを通してパソコンに転送する。また、2台のカメラ間の一関係が台座(アタッチメント)で決められるので、そのパラメータがパソコン側に設定される。ステップS1214で、パソコン上の3D計測ソフトによって、3D形状を計測し、表示する。

【0076】なお、上述の実施例では、携帯端末カメラの各々がサーバーに対するデータ送信を行なう構成を説明してきたが、複数のカメラで撮影した複数画像を台座を介して1つの携帯端末に送信し、その1つの端末から、すべての撮影画像をサーバーに送信する構成としてもよい。

【0077】以上、特定の実施例を参照しながら、本発明について詳解してきた。しかしながら、本発明の要旨を逸脱しない範囲で当業者が該実施例の修正や代用を成

し得ることは自明である。すなわち、例示という形態で本発明を開示してきたのであり、限定的に解釈されるべきではない。本発明の要旨を判断するためには、冒頭に記載した特許請求の範囲の欄を参照すべきである。

【0078】

【発明の効果】以上、説明したように、本発明の3次元画像生成システム、3次元画像生成方法及び3次元情報サービスシステムによれば、以下のような様々な効果もたらされる。(1)一定のシャッタースピードと絞りを設定して、フラッシュ光を用いた撮影を実行するか、あるいは、照度を測る装置を持ち、シャッタースピード、あるいは絞りを自動的に調整する3D撮影モードによって、野外でも安定した輝度値の画像を撮影することが可能となる。(2)カメラ付き携帯端末を複数台(2台以上)使用し、それらのカメラ付き携帯端末を設置する台座を予め用意し、キャリブレーションすることによって、高精度3次元形状計測が可能となる。(3)カメラ付き携帯端末を用いて、計測された3次元データ、またはサーバーに保存されていた3次元形状データを他の端末へ転送する等、3次元画像の共有が可能となる。

(4)カメラ間位置関係の微小変化に対応するために、従来の手法を改良し、ある線幅を持つエビボラライン上での対応点探索法を用いるステレオマッチング法によって、高精度3次元計測が可能となる。(5)サーバー上で保存された3次元形状データが、暗号化されたパスワード認証などによって、複数のユーザーがサーバーに格納した3次元画像データをダウンロードしたり、サーバーを介して友人に送信したりする3次元情報サービスが可能となる。(6)サーバーに台座の識別子とパラメータとを対応付けたテーブルを保持する構成とすることにより、カメラ付き携帯端末から撮影画像とともに送信される識別データに基づいてパラメータを選択してサーバー側で正確な3次元形状計測、3次元画像生成処理を実行することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】ステレオ視によるカメラ配置、エビボララインについて説明する図である。

【図2】テンプレートマッチングによる対応点探索処理を説明する図である。

【図3】本発明の3次元画像生成システムの概要について説明する図である。

【図4】本発明の3次元画像生成システムの各方式について説明する図である。

【図5】本発明の3次元画像生成システムにおいて適用可能な台座の構成例について説明する図である。

【図6】本発明の3次元画像生成システムにおいて適用されるカメラパラメータ、台座設定位置のキャリブレーション処理について説明する図である。

【図7】本発明の3次元画像生成システムにおいて適用される線幅を持つエビボララインの構成について説明

する図である。

【図8】本発明の3次元画像生成システムにおける3次元画像生成処理手順を説明する処理フローである。

【図9】本発明の3次元画像生成システムにおける3次元画像生成処理例を示す図である。

【図10】本発明の3次元画像生成システムにおけるカメラ付き携帯端末の構成例、使用例を示す図（その1）である。

【図11】本発明の3次元画像生成システムにおけるカメラ付き携帯端末の構成例、使用例を示す図（その2）である。

【図12】本発明の3次元画像生成システムにおけるカメラ付き携帯端末による処理例を説明するフロー図である。

【符号の説明】

\*

\* 301, 302 カメラ付き携帯端末

303 サーバー

40 台座

41, 43, 45 基準カメラ

42, 44, 46 検出カメラ

411, 431 照度測定器

451 ストロボ

501~505 カメラ付き携帯端末

1001, 1004, 1007 カメラ付き携帯端末

1002, 1005 カメラ

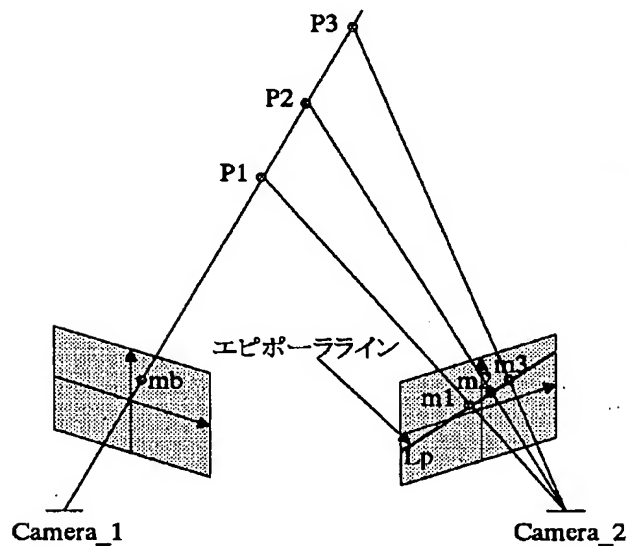
1003, 1006, 1008 台座

1101, 1104, 1107 カメラ付きPC

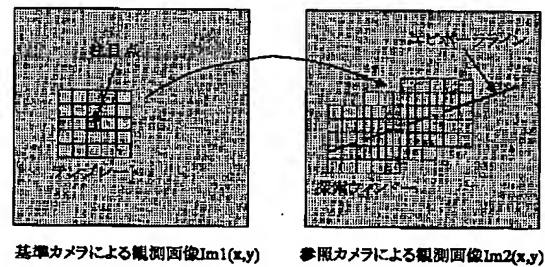
1102, 1105 カメラ

1103, 1106, 1108 台座

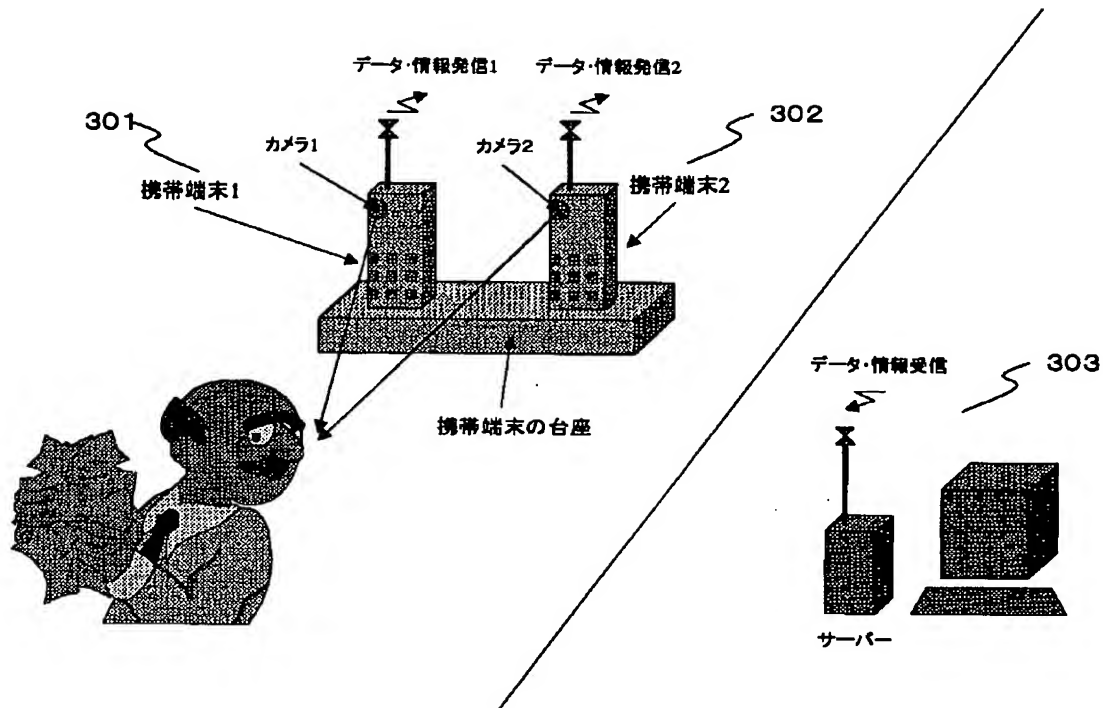
【図1】



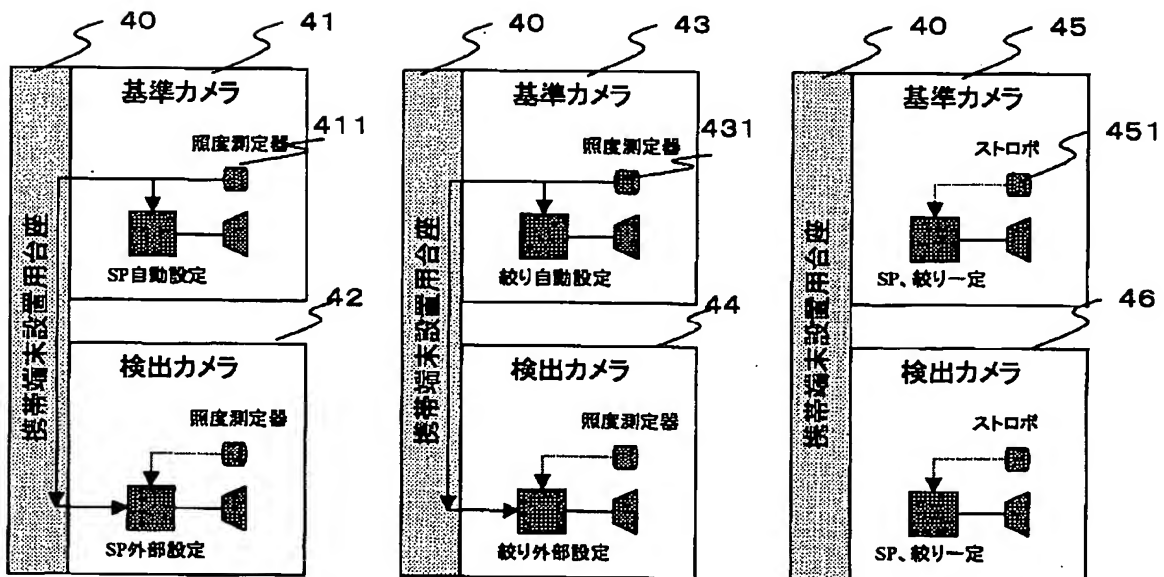
【図2】



【図3】



【図4】

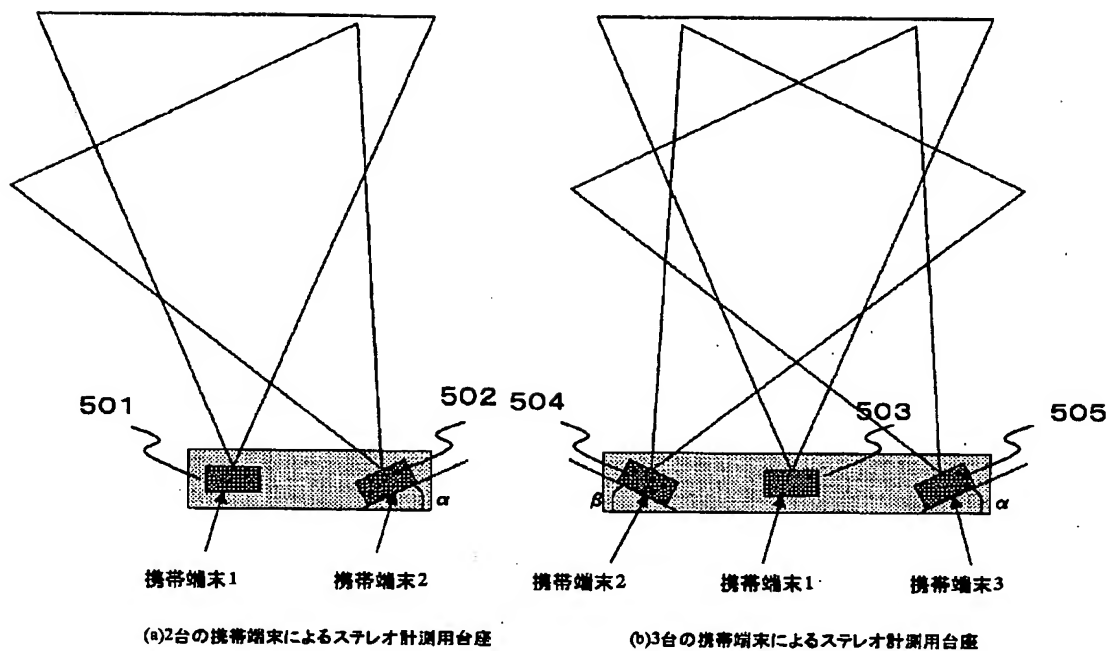


(a)シャッタースピード(SP)優先方式

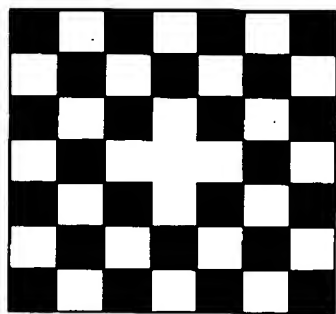
(b)絞り優先方式

(c)ストロボ方式

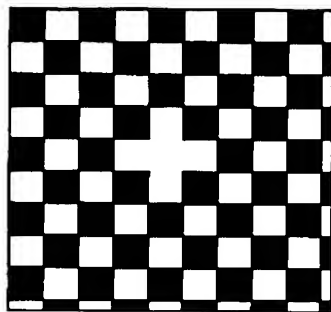
【図5】



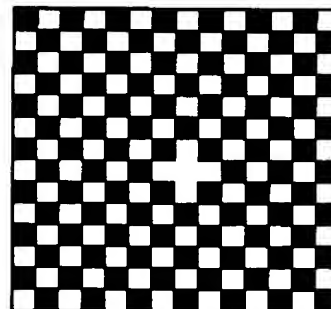
【図6】



(a)チェッカパターン(距離1)



(b)チェッカパターン(距離2)



(c)チェッカパターン(距離3)

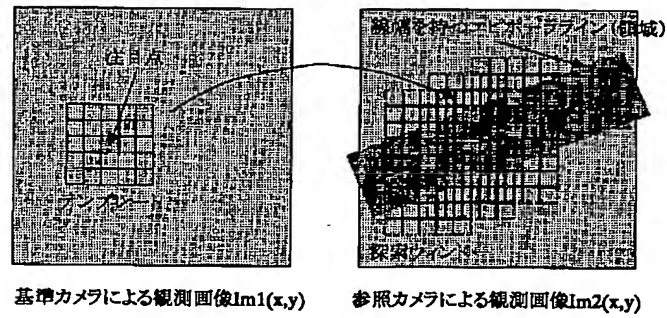
focal length ( $f$ )  
 distortion coefficient ( $\rho$ )  
 distortion center ( $Cx, Cy$ )  
 aspect ratio ( $\gamma$ )

(d)カメラパラメータ

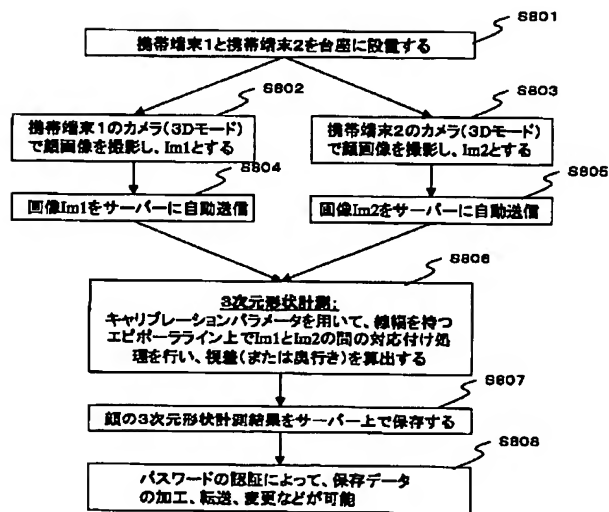
Rotation angles ( $Rx, Ry, Rz$ )  
 translational components ( $Tx, Ty, Tz$ )

(e)台座間の位置関係

【図7】

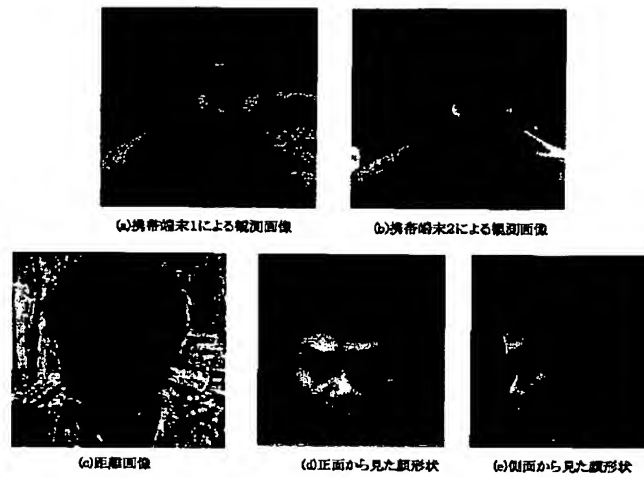


【図8】

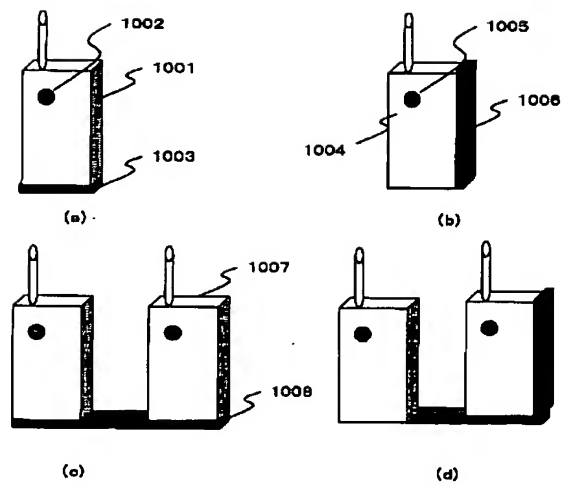




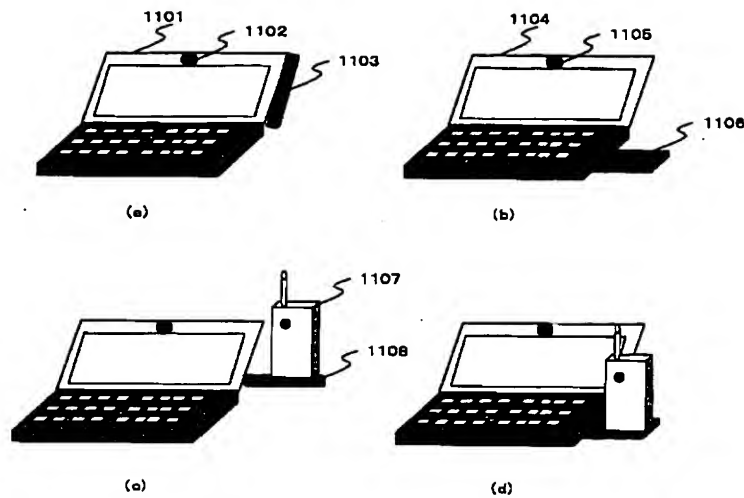
【図9】



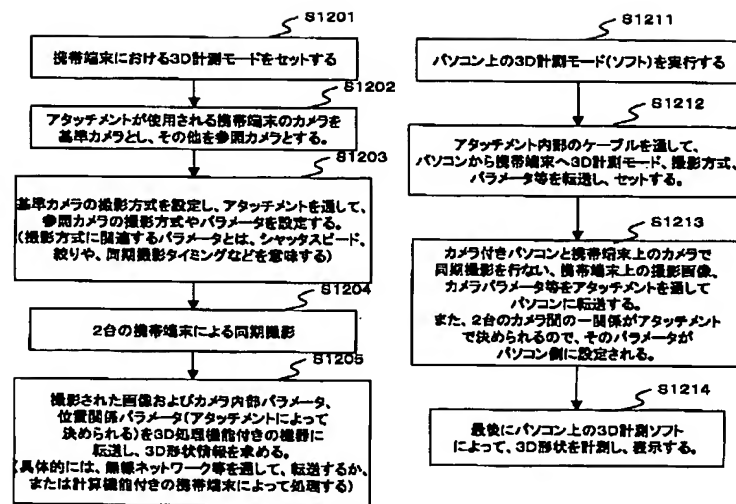
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

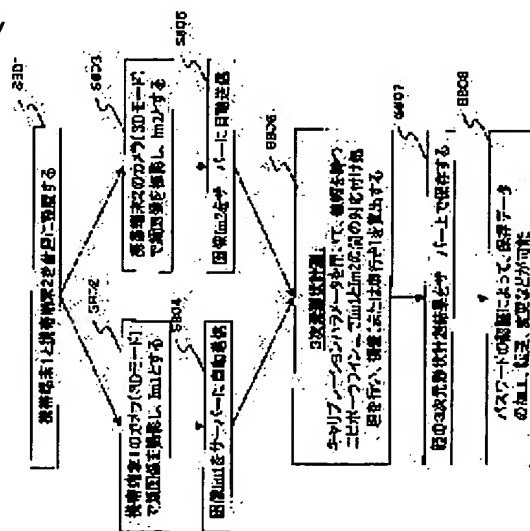
(72)発明者 小柳津 秀紀  
東京都品川区東五反田1丁目14番10号 株  
式会社ソニー木原研究所内

Fターム(参考) 2F065 AA04 AA53 BB05 DD00 DD02  
DD06 EE05 FF01 FF05 FF09  
GG08 HH02 HH13 JJ03 JJ05  
JJ09 JJ26 QQ38 RR07 SS02  
SS13 UU03 UU05  
5B057 CH14 DA07 DB03 DC09 DC32  
5C020 AA12  
5C061 AA29 AB04

(11)Publication number : **2002-027495**  
(43)Date of publication of application : **25.01.2002**

HO4N 13/02  
GO1B 11/24  
GO1B 11/245  
GO6T 1/00  
HO4N 5/067

(72)Inventor : GO IKOKU  
USHIRO TERUYUKI  
KOYAIZU HIDENORI



## 2005/02/15

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] Two or more cameras photoed from an eye direction which is the three-dimension image generative system which performs a three-dimension shape measurement or three-dimension image generation processing based on stereo mensuration, and is different in the image for measurement, It has the plinth which sets said two or more cameras as fixed physical relationship. At least one camera of two or more of said cameras To the server which performs a three-dimension shape measurement or three-dimension image generation processing The personal digital assistant camera which is a personal digital assistant camera which has the means of communications which can transmit photography image data, and has said means of communications The three-dimension image generative system characterized by having the configuration which transmits data required for the photography image, the three-dimension shape measurement, or three-dimension image generation processing photoed with said two or more cameras to said server.

[Claim 2] Said three-dimension shape measurement or data required for three-dimension image generation processing is a three-dimension image generative system according to claim 1 characterized by including the parameter which shows the physical relationship of two or more of said cameras installed in said plinth.

[Claim 3] Said server is the three-dimension image generative system according to claim 1 characterized by to be the configuration of extracting the parameter which shows the physical relationship of a camera based on the discernment data of the plinth received from the personal digital assistant camera which has the table which matched the discernment data of said plinth, and the parameter which shows the physical relationship of two or more cameras installed in this plinth, and has said means of communications, and performing a three-dimension shape measurement or three-dimension image generation processing.

[Claim 4] Said plinth is a three-dimension image generative system according to claim 1 characterized by having the data signal way which outputs and inputs between cameras the control signal for the photography conditioning of two or more cameras installed in this plinth.

[Claim 5] Said plinth is a three-dimension image generative system according to claim 1 characterized by having the data signal way which outputs and inputs between cameras the synchronizing signal of two or more cameras installed in this plinth.

[Claim 6] Said server is a three-dimension image generative system according to claim 1 characterized by being the configuration of performing matching processing between the images photoed with two or more cameras based on the epipolar line field which set up line breadth.

[Claim 7] Said server is a three-dimension image generative system according to claim 1 characterized by being the configuration of performing yes-or-no processing of access to the data which have a storage means to store the three-dimension shape-measurement data or the three-dimension image data based on the image received from said personal digital assistant camera, and were stored in said storage means based on the authentication processing between the terminals in which a server and a communication link are possible.

[Claim 8] It is the three-dimension image generation method which performs a three-dimension shape measurement or three-dimension image generation processing based on stereo mensuration. The image photography step which installs two or more cameras in the plinth set as fixed physical relationship, and photos the image for measurement with two or more cameras from a different eye direction, At least one camera of two or more of said cameras is minded. Photography image data, The three-dimension image generation method characterized by having the data transmitting step which transmits a three-dimension shape measurement or data required for three-dimension image generation processing, and the data-processing step which performs a three-dimension shape measurement or three-dimension image generation processing based on the received

data in a server.

[Claim 9] Said three-dimension shape measurement or data required for three-dimension image generation processing is a three-dimension image generation method according to claim 8 characterized by including the parameter which shows the physical relationship of two or more of said cameras installed in said plinth.

[Claim 10] Said server is a three-dimension image generation method according to claim 8 characterized by extracting the parameter which shows the physical relationship of a camera based on the discernment data of the plinth received from the personal digital assistant camera which has the table which matched the discernment data of said plinth, and the parameter which shows the physical relationship of two or more cameras installed in this plinth, and has said means of communications, and performing a three-dimension shape measurement or three-dimension image generation processing.

[Claim 11] The three-dimension image generation method according to claim 8 characterized by outputting and inputting between cameras the control signal for the photography conditioning of two or more cameras installed in a plinth through a plinth in said image photography step.

[Claim 12] The three-dimension image generation method according to claim 8 characterized by outputting and inputting between cameras the synchronizing signal of two or more cameras installed in a plinth in said image photography step.

[Claim 13] Said data-processing step is a three-dimension image generation method according to claim 8 characterized by performing matching processing between the images photoed with two or more cameras based on the epipolar line field which set up line breadth.

[Claim 14] Said three-dimension image generation method is a three-dimension image generation method according to claim 8 characterized by performing yes-or-no processing of access to the data stored in said storage means based on the authentication processing between the terminals in which a server and a communication link are still more possible.

[Claim 15] Two or more cameras of the user possession which is the three-dimension information service system which offers a three-dimension shape measurement or three-dimension image generation processing service based on stereo mensuration, and photos the image for measurement from a different eye direction, It has the plinth of the user possession which sets said two or more cameras as fixed physical relationship. At least one camera of two or more of said cameras The personal digital assistant camera which is a personal digital assistant camera which has the means of communications which can transmit for photography image data to a user's contract server, and has said means of communications Data required for the photography image, the three-dimension shape measurement, or three-dimension image generation processing photoed with said two or more cameras are transmitted to said server. Said server The three-dimension information service system characterized by having the configuration which performs a three-dimension shape measurement or three-dimension image generation processing based on received data.

[Claim 16] Said server is a three-dimension information service system according to claim 15 characterized by to be the configuration of performing yes-or-no processing of access to the data which have a storage means to store the three-dimension shape-measurement data or the three-dimension image data based on the image received from said personal digital assistant camera, and were stored in said storage means based on the authentication processing between the terminals in which a server and a communication link are possible.

[Claim 17] It is the program offer medium which offers materially the computer program which makes a three-dimension shape measurement or three-dimension image generation processing perform on computer system based on stereo mensuration. The image photography step which said computer program installs two or more cameras in the plinth set as fixed physical relationship, and photos the image for measurement with two or more cameras from a different eye direction, At least one camera of two or more of said cameras is minded. Photography image data, The program offer medium characterized by having the data transmitting step which transmits a three-dimension shape measurement or data required for three-dimension image generation processing, and the data-processing step which performs a three-dimension shape measurement or three-dimension image generation processing based on the received data in a server.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the system, three-dimension image generation method, and three-dimension information service system which generate the so-called three-dimension image. Furthermore, it is related with the three-dimension image generative system, three-dimension image generation method, and three-dimension information service system which made possible 3D shape measurement stabilized also out in the fields by using flash plate photography, a camera plinth, etc. of a camera for a detail.

[0002]

[Description of the Prior Art] The technique of catching a three-dimension configuration using light, an image (photograph), etc. is divided roughly, and is divided into the active technique (Active vision) and the passive technique (Passive vision). As the active technique, (1) laser beam, a supersonic wave, etc. are emitted, the amount of reflected lights and time of concentration from an object are measured, and there is a method of making a contour line form by the Moire fringe, and acquiring three-dimension information etc. by the technique of extracting depth information, the method of presuming an object configuration from image information, such as geometric deformation of an object surface pattern, using the special pattern light sources, such as (2) slit light, and (3) optical processing. On the other hand as the passive technique, the knowledge about how an object appears, the light source, lighting, shadow information, etc. is used. The ocellus stereoscopic vision which presumes three-dimension information from the image of one sheet, and human being's eye are resembled. A dynamic-image scene to the 2 eye (or many eyes) stereoscopic vision which presumes the depth information on each pixel certainly by the triangulation principle, an optical flow, etc. are detected, and, generally the movement stereoscopic vision which presumes depth information from the place of the obtained optical flow is known.

[0003] In order to measure three-dimension configurations, such as an industrial use product, with a sufficient precision until now, some three-dimension sensing equipments (or three-dimension digitizer), such as a practical instrumentation system which uses slit light and asks for a depth map on real time, and a 2 eye (or many eyes) stereo system by which the high precision calibration of the property between the interior of a camera and a camera was carried out, are announce.

[0004] In order to measure the three-dimensions configuration on the front face of an object, based on a triangulation principle, a target configuration or depth is as measurable by the same principle, as human being senses a target configuration and depth by both eyes with matching of each pixel between images using the image observed with two or more cameras with which views differ. Generally this is called "stereo \*\*" or "stereo three-dimension image measurement."

[0005] The fundamental principle of stereo \*\* is triangulation and the most fundamental configuration is stereo \*\* with two cameras. That is, the same object can be observed as an image with two cameras in a different view, and the target three-dimension coordinate location can be obtained by the difference in the projection location to the image top (generally a location gap of the projecting point between such images is called parallax). then, the thing for which the same object in a different projection location between images on either side is found -- stereo \*\* -- most importantly and generally it is called "corresponding-points attachment."

[0006] On the other hand, matching of the projecting point location between images is not free at all, and as shown in drawing 1, its corresponding points p1, or p2 or p3 exist in m1 on a certain straight line Lp in the image of another side observed with another view, or m2 or m3 to the point mb on one image. Generally, this straight line is called an epipolar line (Epipolar Line).

[0007] It is divided roughly into three, Pixel-based matching, Area-based matching, and Feature-based matching, as the technique of "corresponding-points attachment" often used conventionally. [bibliography:(1) C.Lawrence Zitnick and Jon A.Webb which searches for correspondence of the point in one image as it is by the image of another side with Pixel-based matching : Multi-baseline Stereo Using Surface Extraction, Technical Report, CMU-CS -96-196,] (1996). With Area-based matching, correspondence of the point in one image [ : [ bibliography ] (2) Okutomi who searches using the surrounding local image pattern of the point when searching by the image of another side, \*\*\*\*: Stereo matching, Institute of Electronics, Information and Communication Engineers paper magazine D-II using two or more base lengths, Vol.J75-D-II, No.8, and pp.1317-1327 (1992), (3) Yokoyama, Miwa, Ashigahara, Koyaizu, a wood, after : Stereo Camera System and Its Application, SRF'97, (1997), and (4) \*\*\*\*, Kimura: Video rate stereo machine, Robotics Society of Japan, Vol.13, No.3, and pp.322-326 (1995), (5) Development of the \*\*\*\*, \*\*\*\*, Kimura, Kawamura, Yoshida, and Ota:video rate stereo machine, Robotics Society of Japan, Vol.15, No.2, and pp.261-267 (1997), (6) Yamaguchi, high ground, Inokuchi : Stereo matching for the stone image measurement using the adaptation window method, Human sciences, a computer, Vol.32, No.10, and pp.55-60 (1996), (7) Yokoya : The latest signal-processing synthesis special number The latest subject of a computer vision, a system / control / information, Vol.38, No.8, pp.436-441 (1994),]. With Feature-based matching The descriptions, such as a shade edge, are extracted from an image. Since it matches only using the description between images A certain [bibliography: (8) H.H.Baker and T.O.Binford : Depth from edge and intensity based stereo, In Proc.IJCAI'81 (1981), (9) I Ishiyama, \*\*\*\*, Kawai, \*\*\*\*, Tomita : The correspondence candidate retrieval in a segment based stereo, Shingaku Giho, Vol.96 and No.136 (1997), (10) W.E.L.Grimson : Computational experiments with a feature based stereo algorithm and IEEE Trans.PAMI, Vol.7, No.1, pp.17-34 (1985),].

[0008] How to ask for the corresponding points of stereo \*\* by general Area-based matching is explained. Changing a location on the epipolar line of the image Im2 (x y) which set the local window W as the surroundings of a certain observing point, and was observed with the camera of another side by making it into a template in the image Im1 (x y) observed with the camera used as criteria, as shown in drawing 2 , it matches by being set - up retrieval within the limits, and asks for whenever [ coincidence ] by the bottom type.

[0009]

[Equation 1]

$$R(x, y) = \sum_{(x, y) \in W} (Im1(x, y) - Im2(x + \Delta x, y + \Delta y))^2$$

[0010] In the above-mentioned formula, deltax and delta y are the movement magnitude of the location on an epipolar line. When R (x y) becomes min, whenever [ between windows / coincidence ] can be the highest, can make movement magnitude deltax and delta y of the template at that time the parallax of the observing point, and can compute the three-dimension configuration or depth of the observing point by the triangulation type. By repeating such matching processing, the three-dimension configuration data corresponding to all pixels can be obtained.

[0011] In fact, it is very difficult to ask for matching of all parts correctly on an image. Matching between images is because "ambiguity (Ambiguity)" essentially exists. Although template matching will be performed in a very small field and the high part of whenever [ coincidence ] will be most found also in the example of drawing 2 if it sees from the whole image, possibility that a pattern which was alike with the scene is \*\*\*\* and of by the way existing is high. Moreover, even if it sees the same object in a scene, the pattern on a right-and-left image is not completely in agreement with the geometric distortion when seeing with a different view, the difference in the property of a camera, etc.

[0012]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Although it becomes possible to propose various technique, to reduce the ambiguity of matching of stereo \*\*, and to decide correspondence to be accuracy more in order to solve these problems and to perform corresponding-points attachment between images to accuracy more, it cannot be said that it is actually enough. Since the image gray level by the illumination light cannot change a lot and cannot necessarily keep regularity exact for the physical relationship between cameras by change of a photography environment especially, the present condition is that there is actually no robust three-dimension shape-measurement method or robust system which can respond to ambient light, a delicate change of camera physical relationship, etc. out in the fields.

[0013] Then, this invention aims at offering the robust three-dimension mensuration and the robust



instrumentation system which can respond to minute change of the stereo image acquiring method by the photography environment, and camera physical relationship. The stereo system and three-dimension information service system whose 3D shape measurement stabilized also out in the fields becomes possible are realized by using flash plate photography, a camera plinth, etc. of a camera as a concrete application in the location using the personal digital assistant with a camera (two or more sets) which friends have.

[0014]

[Means for Solving the Problem] This invention is made in consideration of the above-mentioned technical problem. The 1st side face Two or more cameras photoed from an eye direction which is the three-dimension image generative system which performs a three-dimension shape measurement or three-dimension image generation processing based on stereo mensuration, and is different in the image for measurement, It has the plinth which sets said two or more cameras as fixed physical relationship. At least one camera of two or more of said cameras To the server which performs a three-dimension shape measurement or three-dimension image generation processing The personal digital assistant camera which is a personal digital assistant camera which has the means of communications which can transmit photography image data, and has said means of communications It is in the three-dimension image generative system characterized by having the configuration which transmits data required for the photography image, the three-dimension shape measurement, or three-dimension image generation processing photoed with said two or more cameras to said server.

[0015] Furthermore, the three-dimension image generative system of this invention sets like 1 operative condition, and said three-dimension shape measurement or data required for three-dimension image generation processing is characterized by including the parameter which shows the physical relationship of two or more of said cameras installed in said plinth.

[0016] Furthermore, it is characterized by to be the configuration of the three-dimension image generative system of this invention setting like 1 operative condition, extracting the parameter which shows the physical relationship of a camera based on the discernment data of the plinth received from the personal digital assistant camera which said server has the table which matched the discernment data of said plinth, and the parameter which shows the physical relationship of two or more cameras installed in this plinth, and has said means of communications, and performing a three-dimension shape measurement or three-dimension image generation processing.

[0017] Furthermore, the three-dimension image generative system of this invention sets like 1 operative condition, and said plinth is characterized by having the data signal way which outputs and inputs between cameras the control signal for the photography conditioning of two or more cameras installed in this plinth.

[0018] Furthermore, the three-dimension image generative system of this invention sets like 1 operative condition, and said plinth is characterized by having the data signal way which outputs and inputs between cameras the synchronizing signal of two or more cameras installed in this plinth.

[0019] Furthermore, the three-dimension image generative system of this invention sets like 1 operative condition, and said server is characterized by being the configuration of performing matching processing between the images photoed with two or more cameras based on the epipolar line field which set up line breadth.

[0020] Furthermore, it has a storage means store the three-dimension shape-measurement data or the three-dimension image data based on the image which set like 1 operative condition and said server received from said personal digital assistant camera of the three-dimension image generative system of this invention, and it is characterized by to be the configuration of performing yes-or-no processing of access to the data stored in said storage means based on the authentication processing between the terminals in which a server and a communication link are possible.

[0021] Furthermore, the 2nd side face of this invention is a three-dimension image generation method which performs a three-dimension shape measurement or three-dimension image generation processing based on stereo mensuration. The image photography step which installs two or more cameras in the plinth set as fixed physical relationship, and photos the image for measurement with two or more cameras from a different eye direction, At least one camera of two or more of said cameras is minded. Photography image data, The data transmitting step which transmits a three-dimension shape measurement or data required for three-dimension image generation processing, It is in the three-dimension image generation method characterized by having the data-processing step which performs a three-dimension shape measurement or three-dimension image generation processing based on the received data in a server.

[0022] Furthermore, the three-dimension image generation method of this invention sets like 1 operative

condition, and said three-dimension shape measurement or data required for three-dimension image generation processing is characterized by including the parameter which shows the physical relationship of two or more of said cameras installed in said plinth.

[0023] Furthermore, it is characterized by for the three-dimension image generation method of this invention to set like 1 operative condition, to extract the parameter which shows the physical relationship of a camera based on the discernment data of the plinth received from the personal digital assistant camera which said server has the table which matched the discernment data of said plinth, and the parameter which shows the physical relationship of two or more cameras installed in this plinth, and has said means of communications, and to perform a three-dimension shape measurement or three-dimension image generation processing.

[0024] Furthermore, it is characterized by outputting [ for the three-dimension image generation method of this invention to set like 1 operative condition, and ] and inputting between cameras the control signal for the photography conditioning of two or more cameras installed in a plinth through a plinth in said image photography step.

[0025] Furthermore, it is characterized by for the three-dimension image generation method of this invention setting like 1 operative condition, and outputting and inputting between cameras the synchronizing signal of two or more cameras installed in a plinth in said image photography step.

[0026] Furthermore, the three-dimension image generation method of this invention sets like 1 operative condition, and said data-processing step is characterized by performing matching processing between the images photoed with two or more cameras based on the epipolar line field which set up line breadth.

[0027] Furthermore, it is characterized by for the three-dimension image generation method of this invention setting like 1 operative condition, and performing yes-or-no processing of access to the data stored in said storage means based on the authentication processing between the terminals in which a server and a communication link are possible.

[0028] Furthermore, the 3rd side face of this invention is a three-dimension information service system which offers a three-dimension shape measurement or three-dimension image generation processing service based on stereo mensuration. Two or more cameras of the user possession which photos the image for measurement from a different eye direction, It has the plinth of the user possession which sets said two or more cameras as fixed physical relationship. At least one camera of two or more of said cameras The personal digital assistant camera which is a personal digital assistant camera which has the means of communications which can transmit for photography image data to a user's contract server, and has said means of communications Data required for the photography image, the three-dimension shape measurement, or three-dimension image generation processing photoed with said two or more cameras are transmitted to said server. Said server It is in the three-dimension information service system characterized by having the configuration which performs a three-dimension shape measurement or three-dimension image generation processing based on received data.

[0029] Furthermore, it has a storage means store the three-dimension shape-measurement data or the three-dimension image data based on the image which set like 1 operative condition and said server received from said personal digital assistant camera of the three-dimension information service system of this invention, and it is characterized by to be the configuration of performing yes-or-no processing of access to the data stored in said storage means based on the authentication processing between the terminals in which a server and a communication link are possible.

[0030] Furthermore, the 4th side face of this invention is a program offer medium which offers materially the computer program which makes a three-dimension shape measurement or three-dimension image generation processing perform on computer system based on stereo mensuration. The image photography step which said computer program installs two or more cameras in the plinth set as fixed physical relationship, and photos the image for measurement with two or more cameras from a different eye direction, At least one camera of two or more of said cameras is minded. Photography image data, The data transmitting step which transmits a three-dimension shape measurement or data required for three-dimension image generation processing, It is in the program offer medium characterized by having the data-processing step which performs a three-dimension shape measurement or three-dimension image generation processing based on the received data in a server.

[0031] The program offer medium concerning the 4th side face of this invention is a medium which offers a computer program in a computer-readable format to the general purpose computer system which can perform various program codes, for example. Especially the gestalten, such as transmission media, such as storages, such as CD, and FD, MO, or a network, are not limited for a medium.

[0032] Such a program offer medium defines the collaboration-relation on the structure of the computer

program and offer medium for realizing the function of a computer program predetermined in a computer system top, or a function. If it puts in another way, by installing a computer program in computer system through this offer medium, on computer system, a collaboration-operation is demonstrated and the same operation effectiveness as other side faces of this invention can be acquired.

[0033] The purpose, the description, and advantage of further others of this invention will become clear by detailed explanation based on the example and the drawing to attach of this invention mentioned later.

[0034]

[Embodiment of the Invention] In the three-dimension image generative system of this invention, and a three-dimension image generation method, the basal principle of the stereo method as a three-dimension image applied follows the stereo method of drawing 1 explained previously. The configuration of drawing 1 is explained briefly. Drawing 1 is the conceptual diagram of general camera arrangement of stereo \*\*, and the depth measurement by the triangular principle, as point \*\* was carried out. When observing three points P1, P2, and P3 in three-dimensions space with a camera 1 (it is called a criteria camera), in an image side, it is projected on the same location mb, but if it observes with a camera 2 (it is called a detection camera), in an image side, it will be projected on m1, m2, and m3. Then, if the die length of a camera lens and the physical relationship between cameras (it is called the base line) get to know beforehand and the location gap between mb, and m1, m2 and m3 (it is called parallax) is detectable, the distance (it is called depth) of triangular measurement principle machine \*\*\*\*\*, a camera, and P1, P2 and P3 is measurable.

[0035] Drawing 2 shows the conceptual diagram of the technique of asking for the corresponding points by general template matching, in order to detect the location gap between mb, and m1, m2 and m3 (parallax). Changing a location on the epipolar line of the image Im2 which set the local window W as the surroundings of the observing point (x y) in the criteria image Im1, and was observed with the detection camera by making it into a template, it matches by being set-up retrieval within the limits, whenever [ coincidence ] makes the highest location the location of corresponding points, and parallax is searched for. However, it is very difficult to ask for matching of all parts correctly on an image in fact. Matching between images is because "ambiguity (Ambiguity)" essentially exists. Since the image gray level by the illumination light cannot change a lot and cannot necessarily keep regularity exact for the physical relationship between cameras by change of a photography environment especially, the present condition is that there is actually no robust three-dimension shape-measurement method or robust system which can respond to ambient light, a delicate change of camera physical relationship, etc. out in the fields.

[0036] In this invention, the robust three-dimension mensuration and the robust instrumentation system which can respond to minute change of the stereo image acquiring method by the photography environment and camera physical relationship are proposed. It is [0037] which proposes the stereo system and three-dimension information service system whose 3D shape measurement stabilized also out in the fields becomes possible by using flash plate photography, a camera plinth, etc. of a camera in the location, using a personal digital assistant with a camera (personal digital assistant camera) as a concrete application. Drawing 3 is drawing explaining the example of an outline configuration of the three-dimension image generative system of this invention, a three-dimension image generation method, and a three-dimension information service system.

[0038] In drawing 3, it is the conceptual diagram of the three-dimension shape-measurement system by the personal digital assistant with a camera (personal digital assistant camera). the personal digital assistant 301,302 with two or more cameras is installed on the plinth which was alike beforehand and was prepared, it is the lighting environment, for example, the natural light in the outdoors, or the interior of a room and the usual lighting environment of arbitration, for example, a person's face is photoed. Although the three-dimension configuration of a face can be measured on that spot if a predetermined three-dimension configuration measurement program is applied using the calculation function when using a personal digital assistant with a calculation function, a three-dimension configuration cannot be measured in a personal digital assistant without a calculation function.

[0039] Then, the photoed image of two or more sheets is transmitted to the decided server 303 which exists automatically from the personal digital assistant 301,302 with a camera. Automatic transmission is realized by considering the photography image photoed with each camera, and a parameter required for three-dimension configuration measurement as the configuration which makes a certain decided server perform a transmitting processing program by performing mode setting as 3D photography mode to the personal digital assistant 301,302 with a camera.

[0040] In a server 303 side, three-dimension shape-measurement processing is automatically performed using

the image sent from the personal digital assistant 301,302 with a camera, and the three-dimension configuration data of the obtained face are saved at the folder of the corresponding user attached to a server, or it returns to a user's personal digital assistant. Moreover, according to a user's password authentication etc., it supposes that it is accessible and the three-dimension image accumulated in the server 303 can consider three-dimension measurement data as the configuration transmitted to friends through a server 303.

[0041] By the way, in order to measure the target three-dimension configuration with a sufficient precision, as previous drawing 1 and 2 explained, it is required to perform exact matching between images. Therefore, the robust stereo matching technique in which it can respond to minute change of the calibration of the physical relationship between the robust photography approach by the illumination light of (1) photography environment, and (2) camera parameter and a plinth and the physical relationship between (3) cameras is needed.

[0042] Drawing 4 shows drawing explaining two or more examples of the robust photography approach by the illumination light of some photography environments. Each example of drawing 4 is set as the location as for which the criteria camera and the detection camera carried out predetermined distance alienation as two cameras. Each camera location is determined as the distance defined beforehand and the distant location by the plinth 40 for gestalt terminal installation.

[0043] Drawing 4 (a) is the configuration of forming the illuminance measuring instrument 411 in the criteria camera 41, measuring the illuminance of ambient light, such as sunlight and lighting, with the illuminance measuring instrument 411, and setting up automatically the shutter speed of the criteria camera 41 and the detection camera 42 with the value. That is, the configuration of drawing 4 (a) is extracted and is the shutter speed priority method of immobilization. In addition, an illuminance measuring instrument is good also as the configuration which prepares in the criteria camera 41 or the detection camera 42, and sets up both shutter speed, or a configuration which forms the illuminance measuring instrument which became independent to each of the criteria camera 41 and the detection camera 42, and sets up shutter speed uniquely, respectively.

[0044] Drawing 4 (b) measures the illuminance of ambient light with the illuminance measuring instrument 431 in the criteria camera 43, and shows the block diagram which sets up automatically the drawing value of the criteria camera 43 and the detection camera 44 with the value. That is, it is the drawing priority method of shutter speed immobilization. In addition, an illuminance measuring instrument is good as the configuration which prepares in the criteria camera 43 or the detection camera 44, and sets up both drawing values, or a configuration which forms the illuminance measuring instrument which became independent to each of the criteria camera 43 and the detection camera 44, and sets up a diaphragm value uniquely, respectively as well as (a).

[0045] In order to remove the effect of ambient light, drawing 4 (c) forms a stroboscope 451 in the criteria camera 45, fixes the shutter speed of the criteria camera 45 and the detection camera 46, and a diaphragm, and shows the block diagram which photos a clear face image by stroboscope light. In addition, like (a) and (b), even if it prepares a stroboscope in the criteria camera 45 or the detection camera 46, it is good also as a configuration which prepares the stroboscope which became independent to each of the criteria camera 45 and the detection camera 46.

[0046] In addition, a criteria camera and a detection camera all need to synchronize and it is necessary to operate by the above-mentioned photography method. A synchronizing signal is outputted and inputted through the plinth which sets up a criteria camera and its camera. Although the latter part also as a personal digital assistant and another object explains a plinth, it considers as the configuration which folded up to one personal digital assistant and was attached as a configuration or a cash-drawer configuration. Various control signals, such as above-mentioned shutter speed, a diaphragm, a stroboscope, and a synchronizing signal, are considered as the configuration which makes a plinth and a personal digital assistant connect, output and input by the connection connector.

[0047] The example of the plinth configuration of a camera and another form is shown in drawing 5. Drawing 5 shows the conceptual diagram of the plinth applied to stereo \*\* which uses two sets ( drawing 5 (a)) or three cameras ( drawing 5 (b)). In drawing 5 (a) or drawing 5 (b), a personal digital assistant 1,501,503 is used as criteria cameras, and a personal digital assistant 2,502,504 and a personal digital assistant 3,505 are used as detection cameras. On the plinth, a location and an include angle are fixed, and each camera carries out predetermined distance alienation of the distance between cameras, and is enabling photography of the photographic subject in the specific direction.

[0048] The distance and the relative angles of rotation alpha and beta between the cameras installed in the plinth are decided with the measurement precision required as the lens die length of a camera, the distance for

measurement (face), a measurement range and CCD size, and the number of pixels. For example, lens diameter = 8mm [ of a camera ], distance = 600mm [ for measurement (face) ], measurement range = 300mm, and CCD size = 1/3" (4.8mmx3.6mm), the number of CCD pixels = when it considers as 640x480 and the measurement precision of about  $\pm 1.0$ mm, the angle of rotation  $\alpha$  with a distance relative at about 120mm between plinths should just set up with about 8.3 degrees. Moreover, the distance and the relative angles of rotation  $\alpha$  and  $\beta$  between exact plinths are decided by the calibration using a standard known image pattern.

[0049] Thus, a plinth becomes it is possible to set the location of each camera and a direction as a specific position, and possible [ determining a parameter required for three-dimension configuration measurement based on the setting camera location of a plinth ]. Therefore, in the configuration of above-mentioned drawing 3, when the personal digital assistant equipped with the camera transmits the discernment data of a plinth to a server 303 with a photography image, based on reception discernment data, a correspondence parameter is extracted from the table which matched the plinth discernment data with which the server 303 is beforehand registered into the server, and the parameter data corresponding to each plinth, and activation of the image processing which applied the parameter to a photography image is attained. With this configuration, from a personal digital assistant, a parameter cannot be transmitted but measurement of a three-dimension configuration and generation processing of a three-dimension image can be performed only by transmitting the discernment data of a plinth at a server side. In addition, it becomes possible to extract the parameter corresponding to each camera registered into the server side, and to perform processing by transmitting the discernment data of a camera to a server, also with each parameter of the camera itself.

[0050] Drawing 6 shows the known image pattern used and a parameter list to ask, in order to search for the physical relationship between a camera parameter and the plinth for two or more set camera setup. The technique of a calibration is indicated by JP,11-53548,A, JP,11-53549,A, etc. Drawing 6 (a), (b), and (c) are the known checker pattern images observed with the criteria camera in distance 1 (near distance), distance 2 (middle distance of a measurement range), and distance 3 (far distance), respectively.

[0051] In addition, the checker pattern image of three sheets in three distance can be similarly observed with a detection camera. And the interior parameter of a camera (focal length, distortion coefficient, distortion center, aspect ratio) and the parameter (rotation angles, translational components) showing the physical relationship between plinths (that is, physical relationship between a criteria camera and a detection camera) can be decided by the double lump by the criteria image and reference image which were observed in each distance.

[0052] However, neither by the machine precision of a plinth, nor dispersion of the body size of a camera, since the physical relationship between a criteria camera and a detection camera changes somewhat, the corresponding points of an observing point (x y) necessarily exist on the epipolar line called for by the calibration at the time of shipment of a camera.

[0053] So, in consideration of elements, such as machine precision of a plinth, and dispersion of a camera, the epipolar line previously explained using drawing 2 is set up as an epipolar line (field) with line breadth, and this invention is searched for corresponding points based on an epipolar line with a field.

[0054] Drawing 7 shows the conceptual diagram of the stereo matching method by the retrieval on an epipolar line (field) with line breadth. By the conventional matching method, in order to find the corresponding points (x', y') on a detection image to the observing point (x y) in the criteria image Im1, template matching is performed by making it into a template using the window W centering on an observing point (x y), moving on the epipolar line of a detection image, and let the point (x', y') that a matching score serves as max be corresponding points.

[0055] The line breadth of an epipolar line is decided after taking into consideration elements, such as machine precision of a plinth, and dispersion of a camera. Template matching was performed using the window (template) centering on the observing point (x y) in the criteria image Im1, moving on the epipolar line field of a detection image, and the point (x', y') that a matching score served as max was made into corresponding points. A highly precise three-dimension configuration can be searched for by such matching.

[0056] The line breadth of an epipolar line sets up the field R of  $\pm (x y)$  as follows based on the epipolar line L (x y) called for by the calibration at the time of shipment. Here, it is assumed that a criteria camera and a detection camera meet horizontally and are installed.

[0057]

[Equation 2]

$$R(x, y) = \bigcup_{i=-K}^K L(x, y_i)$$

[0058] However, after K takes into consideration elements, such as machine precision of a plinth, and dispersion of a camera, it is decided experientially. Template matching was performed using the window (template) centering on the observing point (x y) in the criteria image Im1, moving on the epipolar line field of a detection image, and the point (x', y') that a matching score served as max was made into corresponding points. A highly precise three-dimension configuration can be searched for by such matching.

[0059] Drawing 8 is a processing flow which shows the three-dimension shape-measurement procedure of using a personal digital assistant with a camera. After photoing the face image as a three-dimension shape-measurement object, an image, the camera used at the time of photography, the parameter of a plinth or a camera, and the discernment data of a plinth are automatically transmitted to a certain decided server. And with the three-dimension shape-measurement processing software (for example, the stereo matching technique and software) installed on the server, it asks for the three-dimension configuration data of a face, and saves on a server. Moreover, the three-dimension configuration data stored in the server can be processed and transmitted by the specific user according to authentication of a password etc. Therefore, it becomes possible to transmit and receive the image which each photoed through a server through the personal digital assistant with a camera which friends have, respectively. It is possible to, perform various processings, such as three-dimension configuration measurement and three-dimension image generation, on that spot in a personal digital assistant with a calculation function on the other hand, without through a server.

[0060] The processing flow of drawing 8 is explained. At step S801, the personal digital assistant 1 with a camera and the personal digital assistant 2 with a camera are installed in a plinth. At steps S802 and S803, the image of an object, for example, a face, is photoed in the personal digital assistants 1 and 2 with a camera, respectively. At this time, the mode is set as 3D mode. By setting it as 3D measurement mode, as drawing 4 explained, it has equipment which measures an illuminance by diaphragm as fixed shutter speed, using flash plate light, and is set as the photography mode in which a diaphragm is automatically adjusted with fixed shutter speed. Furthermore, in a personal digital assistant with a camera without a calculation function, processing which transmits a photography image to the server set up beforehand by setup in 3D measurement mode is performed.

[0061] At step S804,805, it transmits to the server set up beforehand, the processing, i.e., the photography image, as 3D mode processing. In addition, this processing is not performed when processing within the end of a local. When performing an image transfer, it transmits also about the parameter or discernment data of a plinth. The parameters of a plinth are the distance between cameras and the relative angles of rotation alpha and beta of a plinth, as drawing 5 explained. As mentioned above, these are decided with the measurement precision required as the lens die length of a camera, the distance for measurement (face), a measurement range and CCD size, and the number of pixels, and are called for beforehand.

[0062] In a server, based on the image data and parameter which were received from each camera, it asks for the three-dimension configuration data of a face for photography, and saves with the three-dimension shape-measurement processing software installed on the server, for example, the stereo matching technique and software, on a server at step S806 (S807).

[0063] Moreover, according to authentication of a password etc., step S808 is a step which performs processing / transfer processing of the saved three-dimension data, and is set between a personal digital assistant with a camera, and a server. For example, mutual recognition processing by the common key authentication method or the public key authentication method is performed, the check of each communications partner is performed, access to the data stored in the server is permitted, and processing / transfer processing of the saved three-dimension data is performed. In addition, it is necessary for the communication terminal in this case to have the possible cipher-processing section of mutual recognition processing. By constituting the possible cipher-processing section of mutual recognition processing in a personal digital assistant with a camera, it is good also as a configuration which performs authentication processing, performs authentication processing among PCs with a camera and the servers which have the possible cipher-processing section of mutual recognition processing good also as a configuration and which performs data reception from a server, and performs data reception from a server.



[0064] Drawing 9 is drawing having shown the three-dimension measurement technique, and the above-mentioned example and above-mentioned experimental result by the system. Drawing 9 (a) and (b) are the images observed with the personal digital assistant 1 (criteria camera) with a camera, and the personal digital assistant 2 (detection camera) with a camera, respectively. In order to transmit image data to a high speed, the stereo image was saved in the jpg (j peg) format. Using the image of two sheets sent to the server, the camera, and the plinth parameter, stereo matching was performed and the result (depth map of a face (x, y, depth)) of drawing 9 (c) was searched for. Furthermore, conversion of a up to [ xyz space ] can be performed and it can ask for the three-dimension data (x y, z) of a face. Drawing 9 (d) and (e) are the face images when seeing the three-dimension configuration with a certain view.

[0065] The example of a configuration of the personal digital assistant with a camera which contained the plinth in drawing 10 is shown. Drawing 10 (a) is the example of a configuration in which the plinth 1003 was contained by the lower part of the personal digital assistant 1001 which has the camera section 1002 possible [ a cash drawer ], and drawing 10 (b) is the example of a configuration in which the plinth 1006 was contained possible [ folding ] by the flank of a personal digital assistant 1004 which has the camera section 1005.

[0066] drawing 10 (a) and (b) -- each example of use is shown in drawing 10 (c) and (d). Drawing 10 (c) pulls out the plinth contained by the lower part of a personal digital assistant possible [ a cash drawer ], and is predetermined distance and a configuration which is made to estrange and sets other cameras. It has the slot or connection terminal for positioning of a camera in the plinth, and has in it the configuration as which the relative position of two cameras is determined at fixed distance and a fixed include angle.

[0067] Moreover, the reference camera 1007 is connected to the connection terminal (not shown) of a plinth 1008 by forming the signalling channel for performing actuation of two cameras to a plinth as processing which synchronized, for example, setting the reference camera 1007 to a plinth 1008. Moreover, processing signals, such as the shutter speed and the diaphragm which were explained by above-mentioned drawing 4 , and a stroboscope, are also outputted and inputted between two cameras through the signalling channel in a plinth, and a connector terminal.

[0068] Drawing 10 (d) pushes down the plinth contained by the flank of a personal digital assistant possible [ folding ], and is predetermined distance and a configuration which is made to estrange and sets other cameras. Like (c), it has the slot or connection terminal for positioning of a camera, the relative position of two cameras is determined at fixed distance and a fixed include angle, and it has the configuration which can output and input various signals in a plinth.

[0069] Other examples of a configuration of a personal digital assistant with a camera are shown in drawing 11 . Drawing 11 is the example which constituted the camera and the plinth in the personal computer (PC) of a mobile form. Drawing 11 (a) is the example of a configuration in which the plinth 1103 was contained by the flank of the display section of PC1101 which has the camera section 1102 possible [ folding ], and drawing 11 (b) is the example of a configuration in which the plinth 1106 was contained withdrawal by the keyboard section of PC1104 which has the camera section 1105.

[0070] drawing 11 (a) and (b) -- each example of use is shown in drawing 11 (c) and (d). Drawing 11 (c) pushes down the plinth contained by the flank of the display section of PC possible [ folding ], and is predetermined distance and a configuration which is made to estrange and sets the personal digital assistant as other cameras. It has the slot or connection terminal for positioning of a camera in the plinth, and has in it the configuration as which the relative position of two cameras is determined at fixed distance and a fixed include angle.

[0071] Moreover, the personal digital assistant 1107 which is a reference camera is connected to the connection terminal (not shown) of a plinth 1108 by forming the signalling channel for performing actuation of two cameras to a plinth as processing which synchronized, for example, setting a personal digital assistant 1107 to a plinth 1108. Moreover, processing signals, such as the shutter speed and the diaphragm which were explained by above-mentioned drawing 4 , and a stroboscope, are also outputted and inputted between two cameras through the signalling channel in a plinth, and a connector terminal.

[0072] Drawing 11 (d) pulls out the plinth contained by the flank of the keyboard section of PC withdrawal, and is predetermined distance and a configuration which is made to estrange and sets other cameras. Like (c), it has the slot or connection terminal for positioning of a camera, the relative position of two cameras is determined at fixed distance and a fixed include angle, and it has the configuration which can output and input various signals in a plinth.

[0073] The three-dimension image generation processing flow in the configuration of drawing 10 and the

configuration of drawing 11 is shown in drawing 12. Drawing 12 (a) is a three-dimension image generation processing flow in the configuration of drawing 10, and drawing 12 (b) is a three-dimension image generation processing flow in the configuration of drawing 11.

[0074] It explains from the processing flow of drawing 12 (a). First, 3D measurement mode in a personal digital assistant is set at step S1201. 3D measurement mode is the photography mode in which have equipment which measures an illuminance by diaphragm as fixed shutter speed, using flash plate light, and a diaphragm is automatically adjusted with fixed shutter speed, as drawing 4 explained. At step S1202, the camera of the personal digital assistant with which a plinth (attachment) is used is used as a criteria camera, and others are set up as a reference camera. At step S1203, the photography method of a criteria camera is set up, it lets a plinth (attachment) pass and the photography method and parameter of a reference camera are set up. In addition, the parameter relevant to a photography method means shutter speed, a diaphragm, synchronous photography timing, etc. In step S1204, synchronous photography by two sets of personal digital assistants is performed. At step S1205, the photoed image, the interior parameter of a camera, and the physical relationship parameter decided by the plinth are transmitted to a device with 3D processing facility, and 3D configuration information is searched for. Specifically, you may transmit or process with a personal digital assistant with a count function through a wireless network etc.

[0075] The processing flow of drawing 12 (b) is explained. Processing of drawing 12 (b) is a processing flow on condition of the configuration in which the three-dimension image generation processing program was stored in PC in the configuration which has PC explained by drawing 11. First, in step S1211, 3D measurement mode on a personal computer (software) is performed. At step S1212, it lets the cable inside a plinth (attachment) pass, and 3D measurement mode, a photography method, a parameter, etc. are transmitted and set to a personal digital assistant from a personal computer. In step S1213, the camera on a personal computer with a camera and a personal digital assistant performs synchronous photography, and the photography image on a personal digital assistant, a camera parameter, etc. are transmitted to a personal computer through an attachment. Moreover, since the Ichinoseki charge between two cameras is decided by the plinth (attachment), the parameter is set to a personal computer side. At step S1214, 3D configuration is measured and displayed with 3D measurement software on a personal computer.

[0076] In addition, although each of a personal digital assistant camera has explained the configuration which performs data transmission to a server in the above-mentioned example, it is good also as a configuration which transmits two or more images photoed with two or more cameras to one personal digital assistant through a plinth, and transmits all photography images to a server from the one terminal.

[0077] As mentioned above, it has explained in detail about this invention, referring to a specific example. However, it is obvious that this contractor can accomplish correction and substitution of this example in the range which does not deviate from the summary of this invention. That is, with the gestalt of instantiation, this invention has been indicated and it should not be interpreted restrictively. In order to judge the summary of this invention, the column of the claim indicated at the beginning should be taken into consideration.

[0078]

[Effect of the Invention] As mentioned above, as explained, according to the three-dimension image generative system, three-dimension image generation method, and three-dimension information service system of this invention, following various effectiveness is brought about. (1) Set up fixed shutter speed and a fixed diaphragm, it has equipment which performs photography using flash plate light, or measures an illuminance, and it becomes possible to photo the image of the brightness value stabilized also out in the fields with shutter speed or 3D photography mode in which a diaphragm is adjusted automatically. (2) When two or more set (two or more sets) use of the personal digital assistant with a camera is carried out, and the plinth which installs those personal digital assistants with a camera is prepared beforehand and carries out a calibration, a high precision three-dimension shape measurement becomes possible. (3) It becomes sharable [ a three-dimension image ] to transmit the measured three-dimension data or the three-dimension configuration data saved to the server to other terminals using a personal digital assistant with a camera etc. (4) Since it corresponds to minute change of the physical relationship between cameras, the conventional technique is improved and high precision three-dimension measurement is attained with the stereo matching method using the corresponding-points heuristics on an epipolar line with a certain line breadth. (5) The three-dimension data utility of the three-dimension configuration data saved on the server which two or more users download the three-dimension image data stored in the server, or transmit to a friend through a server according to the enciphered password authentication becomes possible. (6) By considering as the configuration holding the table which matched the



identifier and parameter of a plinth with the server, it becomes possible to choose a parameter from a personal digital assistant with a camera based on the discernment data transmitted with a photography image, and to perform an exact three-dimension shape measurement and three-dimension image generation processing by the server side.

---

[Translation done.]

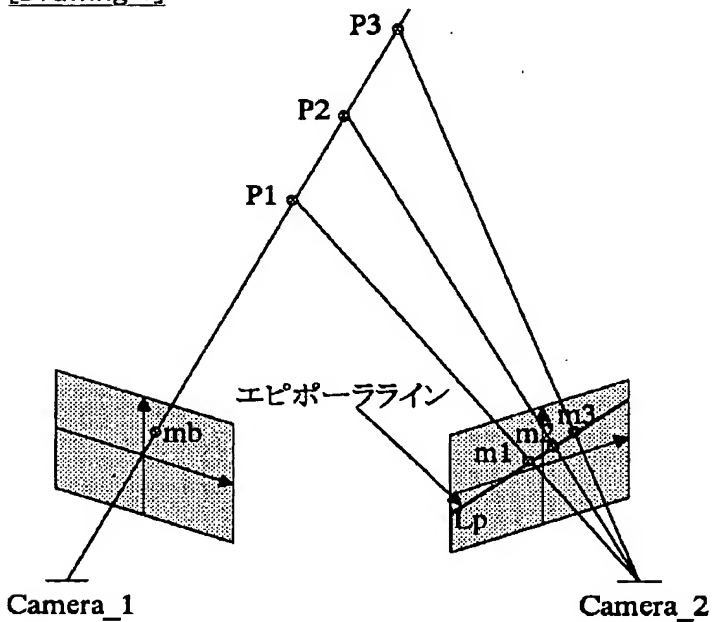
## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

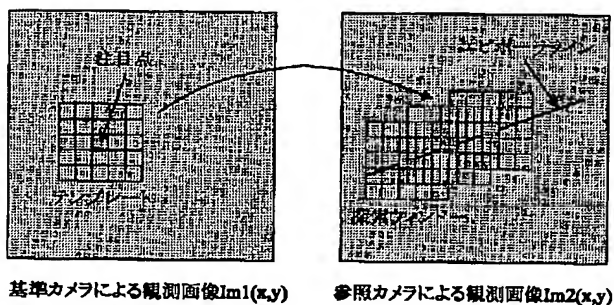
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

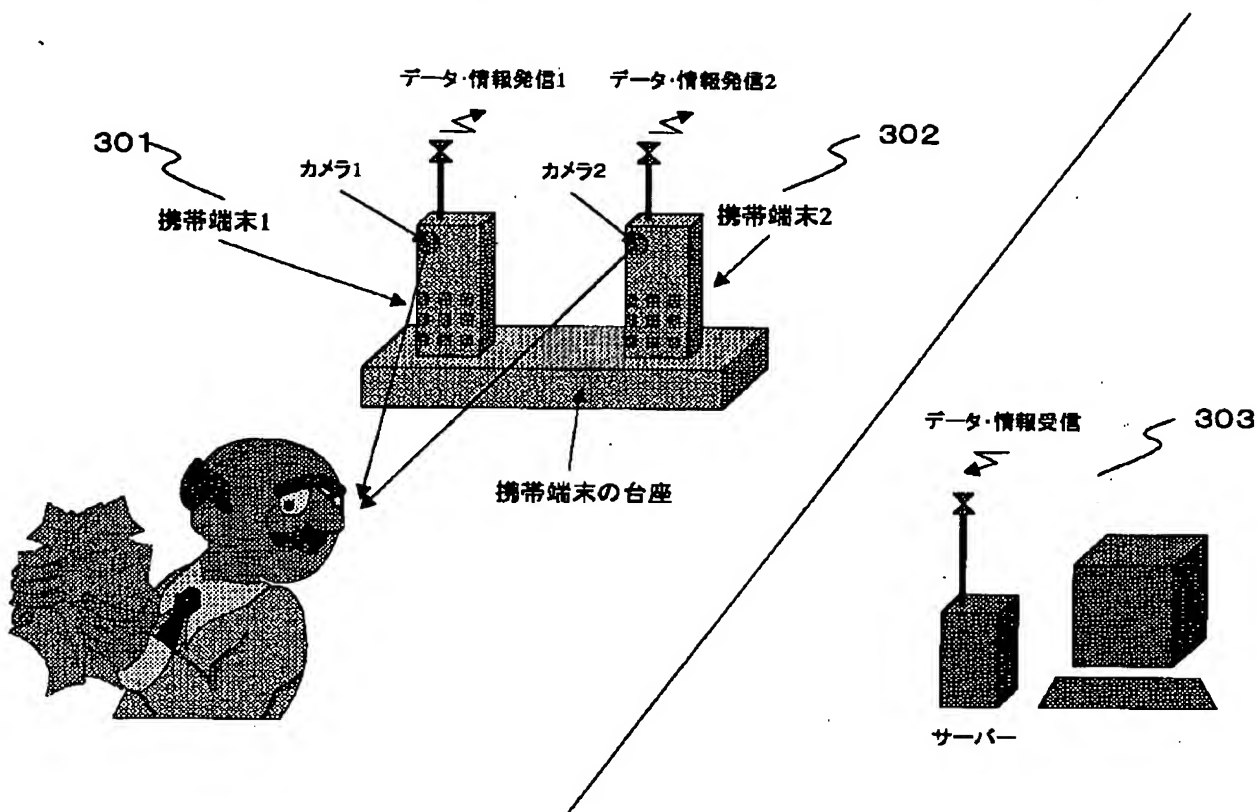
[Drawing 1]



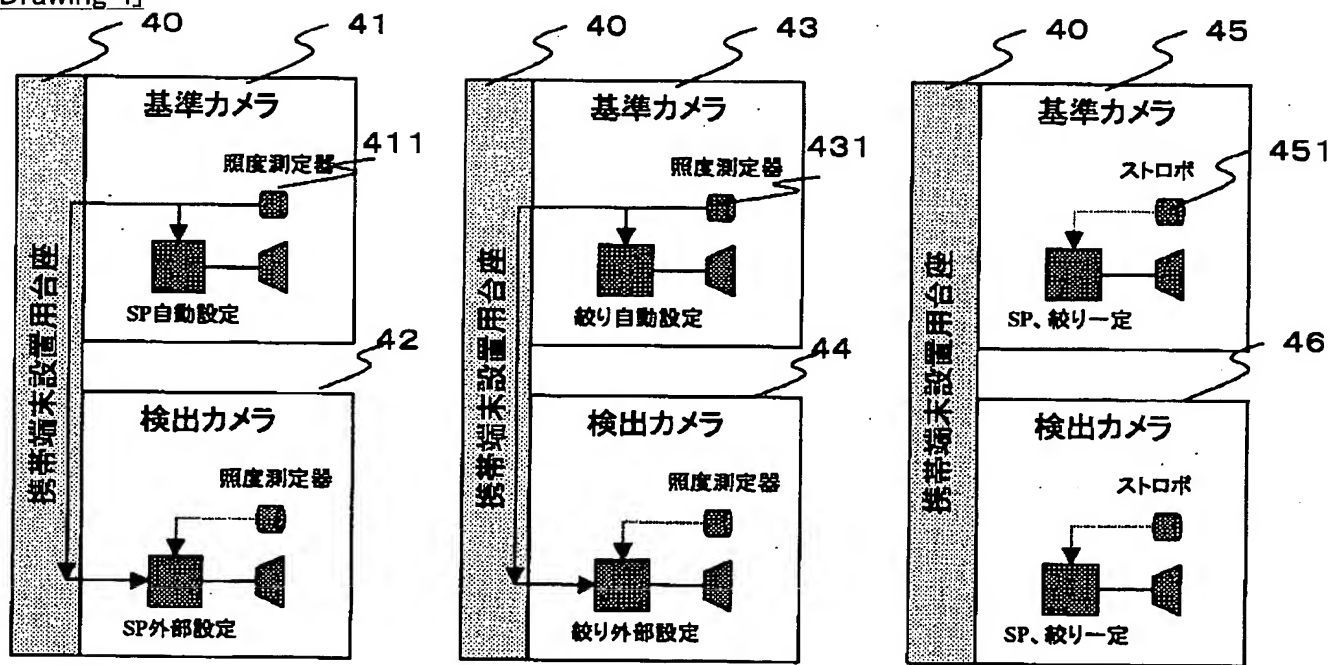
[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Drawing 4]

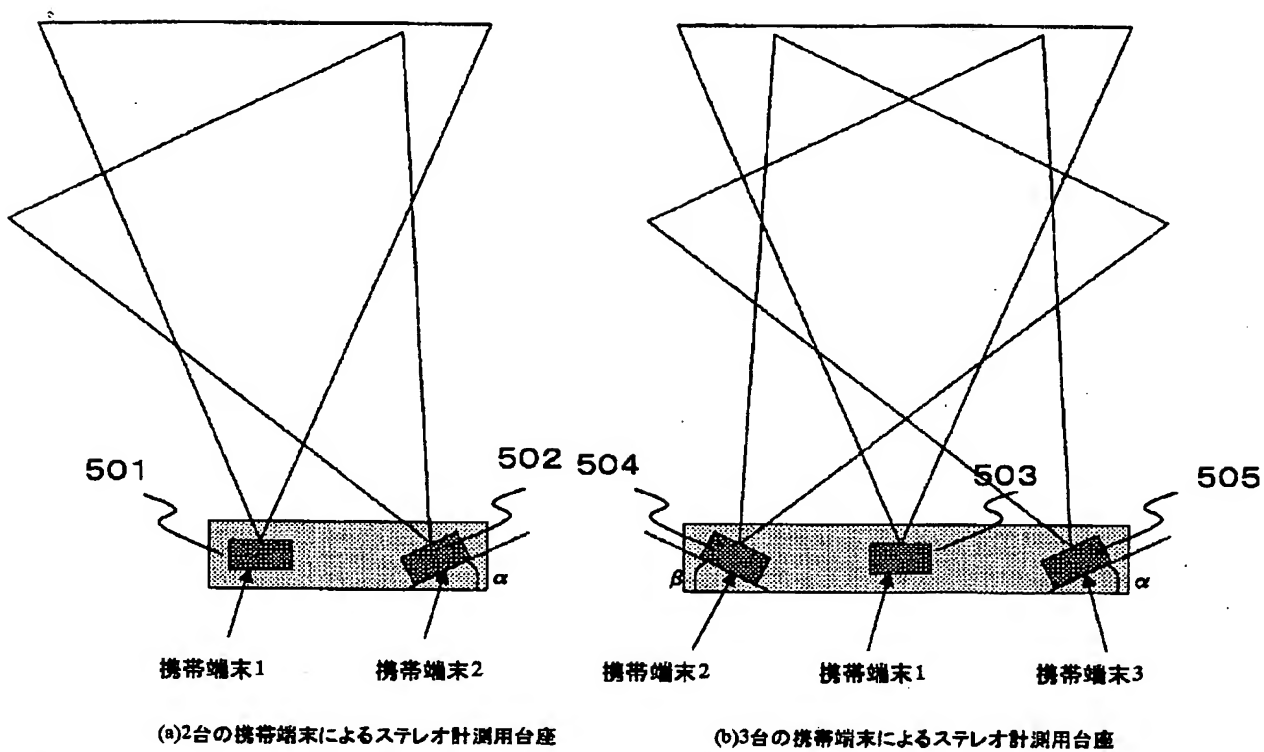


(a)シャッタースピード(SP)優先方式

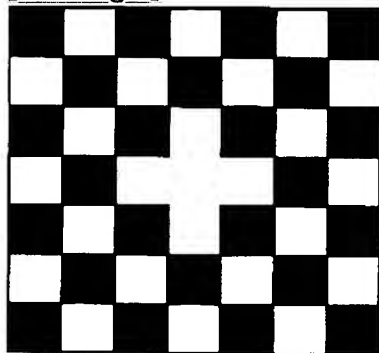
(b)絞り優先方式

(c)ストロボ方式

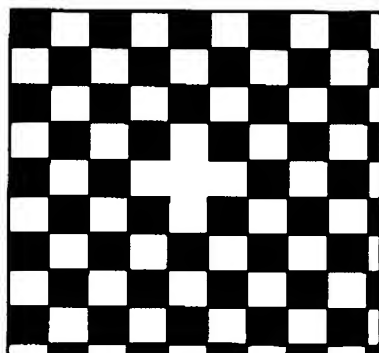
[Drawing 5]



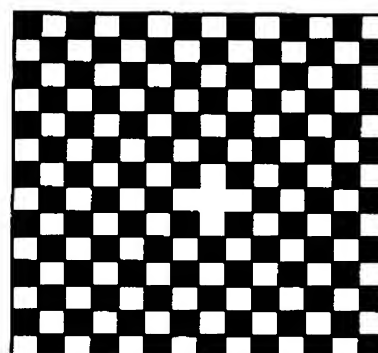
[Drawing 6]



(a) チェッカパターン (距離1)



(b) チェッカパターン (距離2)



(c) チェッカパターン (距離3)

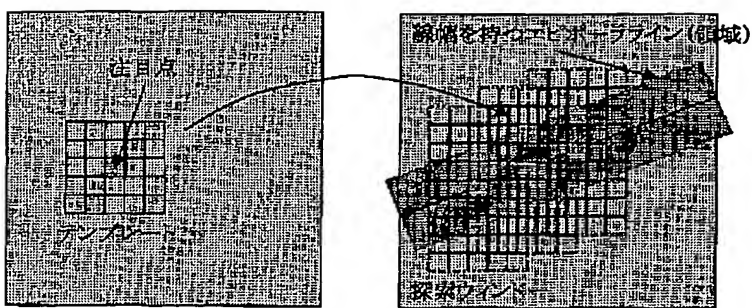
focal length ( $f$ )  
 distortion coefficient ( $\rho$ )  
 distortion center ( $Cx, Cy$ )  
 aspect ratio ( $\gamma$ )

(d) カメラパラメータ

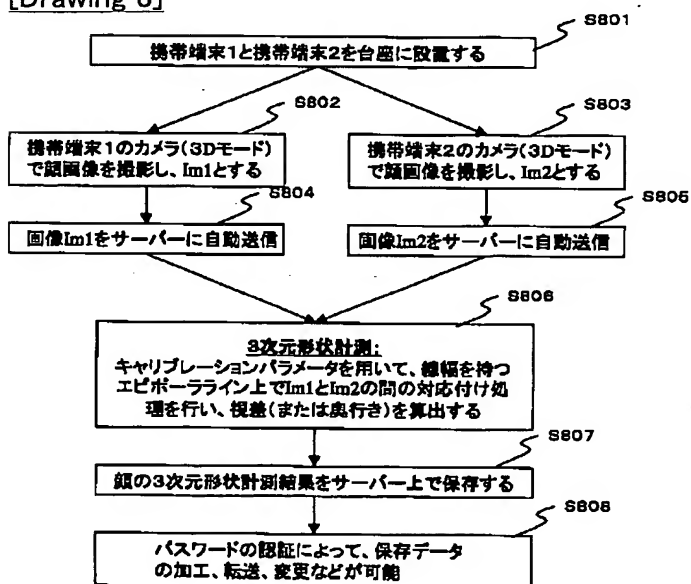
Rotation angles ( $Rx, Ry, Rz$ )  
 translational components ( $Tx, Ty, Tz$ )

(e) 台座間の位置関係

[Drawing 7]

基準カメラによる観測画像 $Im1(x,y)$ 参照カメラによる観測画像 $Im2(x,y)$ 

[Drawing 8]



[Drawing 9]



(a) 携帯端末1による観測画像

(b) 携帯端末2による観測画像

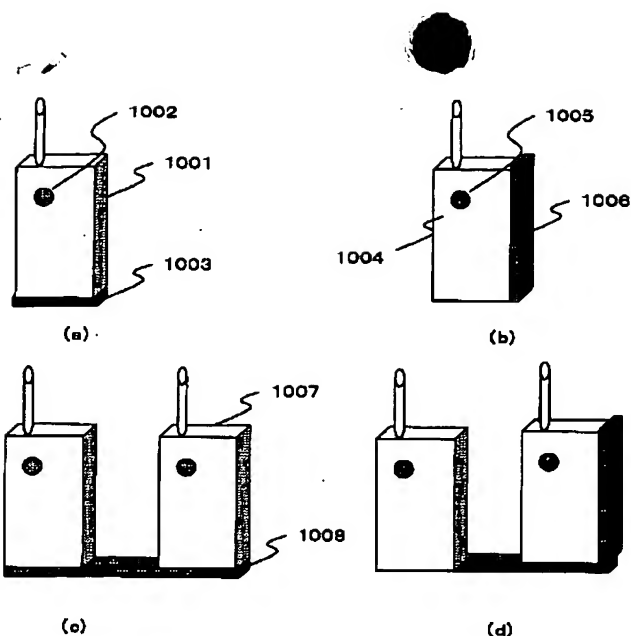


(c) 距離画像

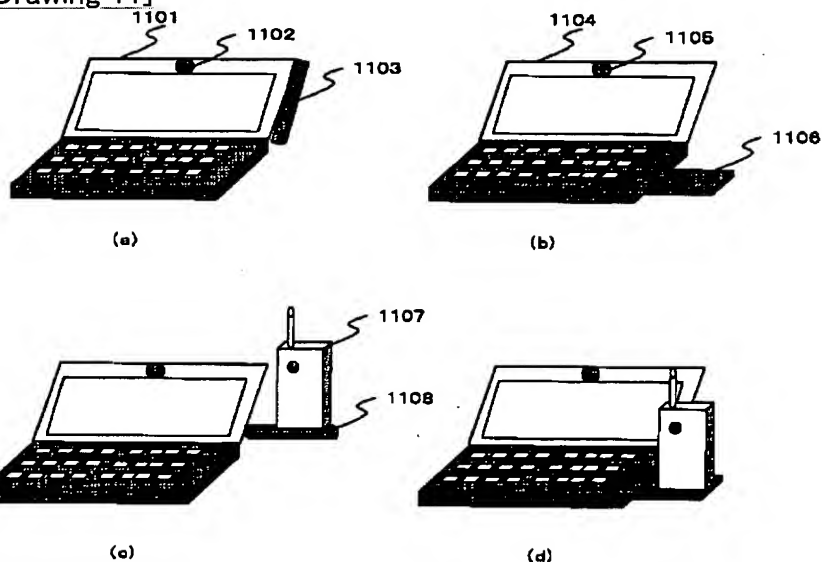
(d) 正面から見た顔形状

(e) 側面から見た顔形状

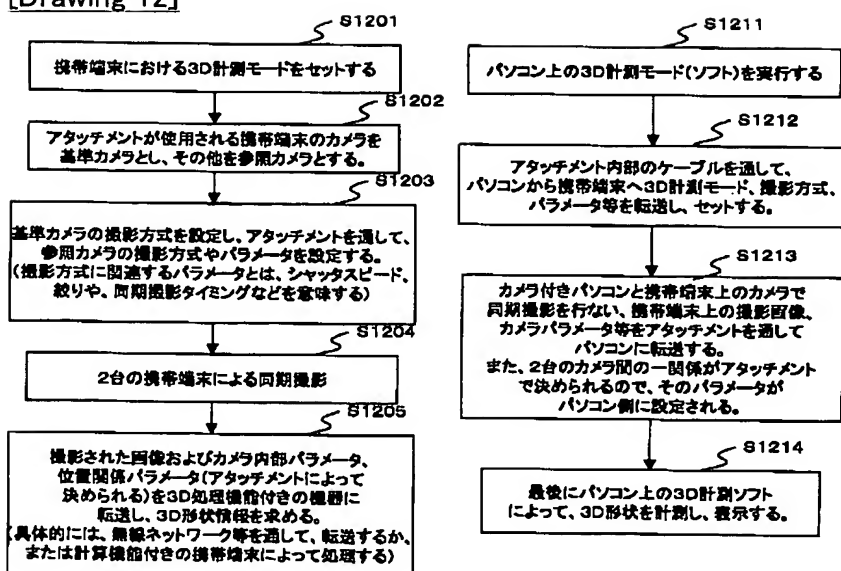
[Drawing 10]



[Drawing 11]



[Drawing 12]



---

[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**